REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

SHOUT
SHARE
IT

Lille. — Imprimerie Le Bigot Frères, 25, rue Nicolas-Leblanc.

.R44
1898
v.10

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

Mo. Bot. Garden,
1899.

face t. p. bd. at back of vol.

SUR UNE DIPTÉROCÉCIDIE FOLIAIRE

D'*HYPERICUM PERFORATUM*

par **M. Aug. DAGUILLON.**

Il n'est pas rare de trouver en été, dans les parties récemment coupées des bois de la région parisienne, où abonde le Millepertuis (*Hypericum perforatum*), des pieds de cette espèce affectés d'une anomalie qui frappe immédiatement les yeux de l'observateur le moins prévenu.

On sait que les feuilles d'*Hypericum perforatum* sont opposées décussées. Leur limbe (fig. 1), dont le contour a la forme d'une ellipse allongée, est parsemé de petites poches sécrétrices qui en occupent à peu près toute l'épaisseur et dont la plupart ont un contenu incolore, ce qui les fait paraître, sur la feuille examinée par transparence, comme autant d'orifices dont la présence justifierait le nom vulgairement donné à la plante; d'autres poches peuvent avoir un contenu de couleur brun foncé.

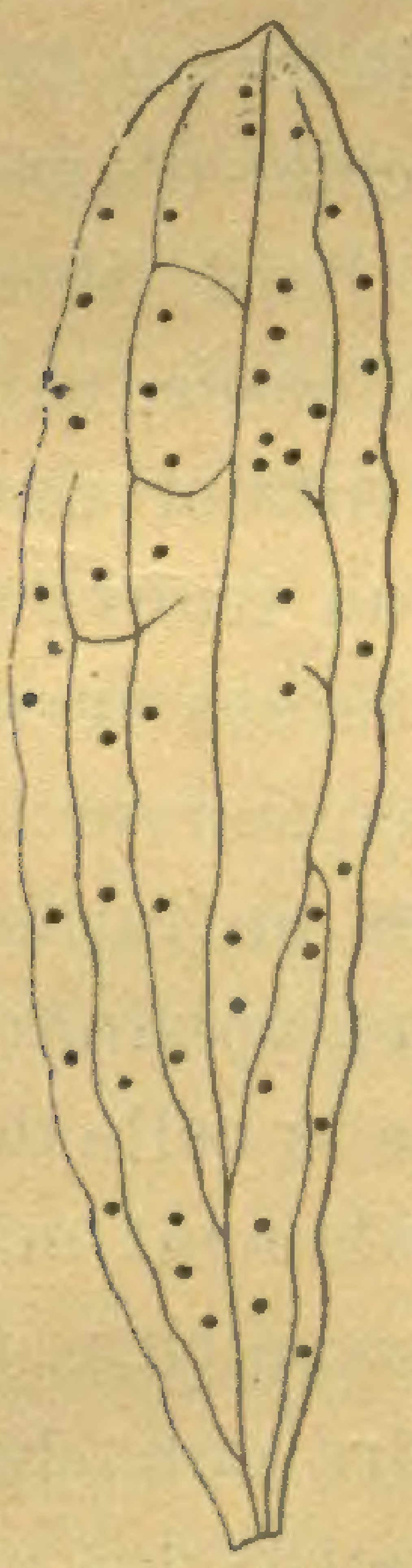


Fig. 1. — Feuille normale d'*Hypericum perforatum*.

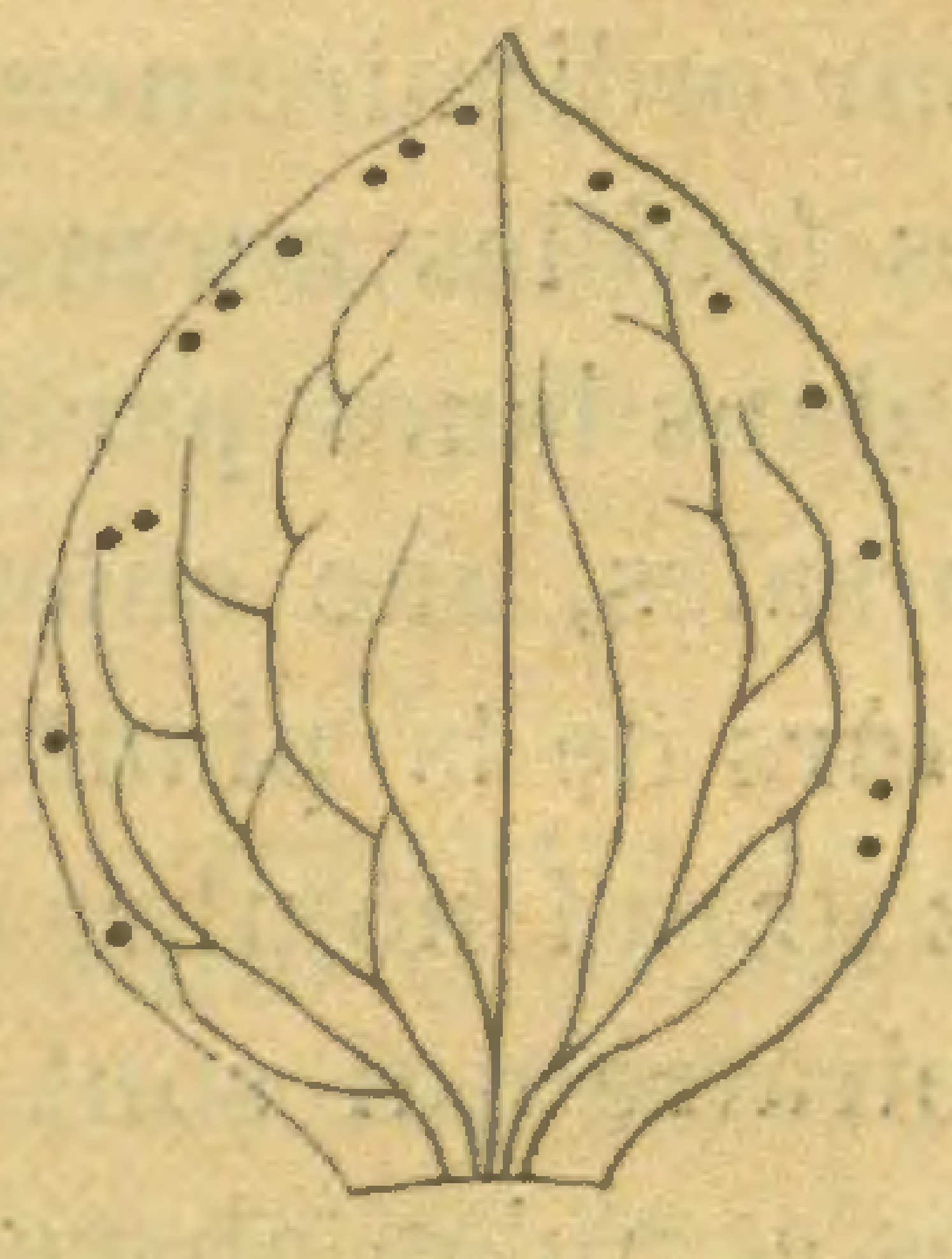


Fig. 2. — Feuille anormale d'*Hypericum perforatum*.

Sur les pieds affectés de l'anomalie dont il est ici question, certains rameaux, au lieu de s'allonger normalement et de porter des feuilles bien développées et régulièrement espacées, demeurent très courts. Leur première ou leurs deux premières paires de feuilles, extrêmement réduites, sont étroites et terminées en pointe; puis le rameau se termine brusquement après une dernière paire de feuilles beaucoup plus volumineuses, dont la forme et l'aspect général ne rappellent aucunement ceux des feuilles normales. Chacune de ces deux feuilles (fig. 2) est à peine plus longue que large; son contour a la forme d'une courte ellipse, tronquée, à une extrémité de son grand axe, par la surface d'insertion de la feuille sur son rameau, tandis que l'extrémité opposée se termine en une pointe émoussée. Le limbe, épais et de consistance charnue, se courbe de manière à devenir convexe sur sa face dorsale, concave sur sa face ventrale, constituant dans son ensemble une sorte de surface ellipsoïdale dont la nervure médiane serait un méridien; on peut encore comparer la forme de la feuille ainsi modifiée à celle d'une sorte de nacelle; par son bord libre, légèrement relevé, elle s'applique contre la feuille opposée, sans se souder cependant avec elle (fig. 3), de manière à limiter une cavité à peu près sphérique, à l'intérieur de laquelle on trouve généralement, en écartant les deux feuilles, quelques larves vermiformes, de couleur ordinairement orangée. Au lieu de conserver la couleur verte des feuilles normales, les feuilles altérées ne tardent pas à prendre dans leurs parties externes, c'est-à-dire voisines de leurs faces dorsales, une coloration rouge qui rappelle celle de certains fruits mûrs de la plante; leur bord est généralement marqué par un assez grand nombre de ces petites poches sécrétrices à contenu brun noirâtre qui sont disséminées sans ordre dans les feuilles normales et qu'on observe aussi sur les deux bords des pétales; en examinant ces feuilles à l'œil nu par transparence, on n'aperçoit pas, au contraire, ces poches à contenu incolore qui criblent les feuilles normales.

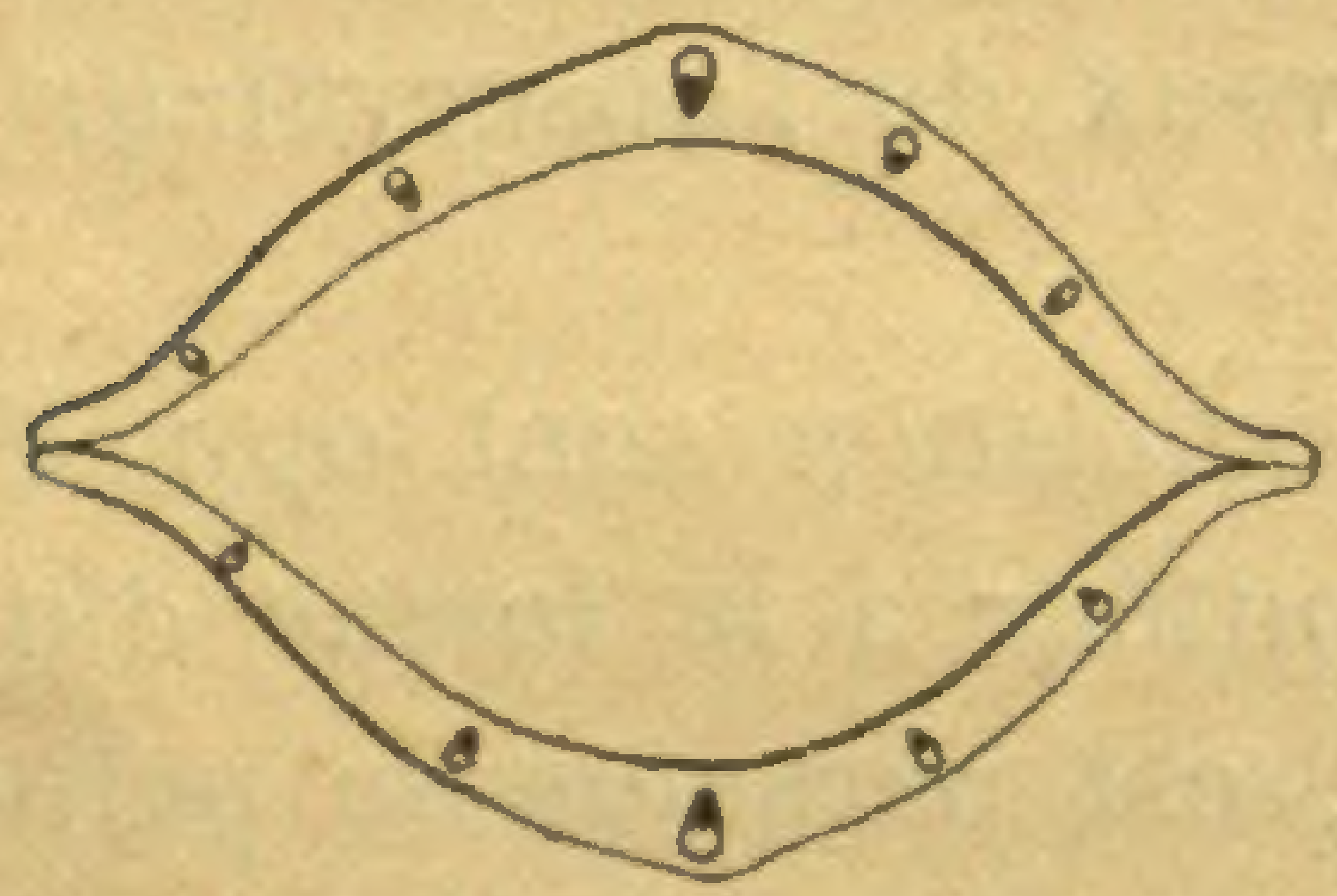


Fig. 3. — Coupe transversale schématique de la galle.

En même temps que ces modifications locales, qui aboutissent à la formation d'un certain nombre de poches abritant des larves, on constate aussi une altération générale de la plante tout entière :

les feuilles de la tige principale et des branches secondaires que n'affecte pas directement l'anomalie deviennent étroites, quelques-unes presque linéaires; les fleurs apparaissent en fort petit nombre; quelquefois même l'individu atteint est entièrement stérile.

Cette cécidie foliaire est connue depuis fort longtemps; mais les observateurs se sont, en général, uniquement préoccupés d'étudier l'insecte qui en provoque la formation. Elle a été décrite dès 1832 par Gené (1), qui déclare l'avoir prise longtemps pour le fruit du Millepertuis, et plus tard, en 1847, par Bremi. M. A. Giard (2) la signalait une fois de plus en 1889 pour rattacher les modifications qu'elle entraîne dans l'ensemble de la plante attaquée à cette catégorie générale de phénomènes qu'il a rangés sous la désignation commune de phénomènes de *castration parasitaire*.

Les auteurs ne paraissent pas, d'ailleurs, entièrement d'accord sur la détermination de l'espèce à laquelle on doit attribuer la cécidie (3). Bremi en avait fait une espèce d'un genre de Diptères, le genre *Cecidomyia* (*Cecidomyia Hyperici* Bremi). En 1892, Rübsaamen (4) restaurait, pour y faire entrer *Cecidomyia destructor* (la fameuse Mouche de Hesse), le genre *Oligotrophus*, qui avait été créé par Latreille et dont le type était, pour ce dernier, *Oligotrophus juniperinus* = *Cecidomyia juniperina* De Geer. Quelque temps après, M. A. Giard faisait remarquer (5) que, s'il lui paraissait difficile de placer *Cecidomyia destructor* dans le genre *Oligotrophus*, il était vrai du moins que *Cecidomyia Hyperici* Bremi, et quelques autres espèces dont Rübsaamen ne parle pas, forment bien, avec *Oligotrophus juniperinus* Latr., un ensemble naturel : « Gené, qui a si » parfaitement décrit les divers états de la Cécidomyie du Mille-

---

(1) G. Gené : *Una specie di Cecidomia che vive sugli Iperici.*

(2) A. Giard : *Sur la castration parasitaire de l'*Hypericum perforatum *L. par le* Cecidomyia Hyperici *Bremi et par l'*Erysiphe Martii *Lev.* (Comptes rendus, 1889, t. 109, p. 324).

(3) Si on fait usage, pour la détermination de cette espèce, des clefs publiées par le Dr H. R. von Schlechtendal (*Die Gallbildungen* (*Zoocecidien*) *der deutschen Gefässpflanzen*, 1891), on arrive, en tenant compte de la constitution de la galle, à *Cecidomyia serotina;* mais si on tient compte de la coloration orangée des larves, la clef conduit à *Cecidomyia Hyperici.* M. Giard a fait remarquer, il est vrai, que l'inspection des larves peut être fort trompeuse, leur couleur et même leur forme pouvant varier beaucoup à la dernière mue.

(4) Berlin, Ent. Zeitschrift, XXXVII, p. 376.

(5) Bull. Soc. entom. Fr., 1894, p. CXXXIX.

» pertuis, insistait déjà avec raison sur ce rapprochement » ; pour M. Giard, l'insecte producteur de la galle du Millepertuis devrait donc être placé dans le genre *Oligotrophus* Latr. En 1896, Kieffer (1), ayant retrouvé en Lorraine la galle de Gené et en ayant obtenu l'insecte parfait, le range dans le genre *Diplosis*, sous le nom de *Diplosis Giardi* n. sp. M. Giard, à qui je dois les indications qui m'ont permis de recueillir ces renseignements d'ordre entomologique et que je remercie vivement de son extrême obligeance, s'en tient à son opinion sur la position générique de l'espèce, à laquelle il pense qu'il conviendrait de donner le nom de *Oligotrophus Giardi* Kieffer.

Si, comme on le voit par ce qui précède, les entomologistes se sont fréquemment occupés des galles du Millepertuis, les botanistes n'en ont pas, que je sache, fait l'étude anatomique, et ce sont quelques résultats de cette étude que la présente note a pour objet de faire connaître.

L'étude dont il s'agit se ramène, en somme, à une comparaison entre la structure normale de la feuille d'*Hypericum perforatum* et celle d'une feuille atteinte par l'anomalie.

La première modification qui frappe l'observateur est l'épaississement relativement considérable de la feuille anormale. Le limbe d'une feuille normale a, dans ses parties latérales, une épaisseur moyenne de $0^{mm}14$; ce n'est qu'au niveau de la nervure médiane, beaucoup plus saillante que toutes les autres à la face inférieure de la feuille, qu'il atteint une épaisseur à peu près double, soit d'environ $0^{mm}30$. L'épaisseur d'une feuille anormale, aussi comparable que possible à la précédente (prise sur le même pied et constituant, par exemple, la feuille axillante du rameau atteint par l'anomalie), est beaucoup plus uniforme : c'est à peine si la nervure médiane est indiquée par une légère saillie à la face dorsale de la feuille ; l'épaisseur moyenne de l'organe est d'environ $0^{mm}32$; elle est légèrement supérieure à l'épaisseur maxima de la feuille normale au niveau de la nervure médiane.

Dans la feuille normale, l'épiderme est formé de cellules à contours sinueux ; leurs membranes de séparation portent une sorte de réseau d'épaississement qui se présente, sur les cellules vues de face, sous la forme de boutons irrégulièrement disséminés le long de chaque ligne qui limite deux cellules voisines et faisant saillie tantôt d'un côté, tantôt de l'autre (fig. 4). Les cellules sont plus larges et plus hautes dans l'épiderme supérieur que dans l'épiderme inférieur, qui porte de nombreux stomates; elles ont aussi des contours plus sinueux : l'épaisseur, assez uniforme, de l'épiderme supérieur peut atteindre 33 μ; celle de l'épiderme inférieur, beaucoup moins uniforme à cause de la présence de nombreux stomates, bordés de cellules plus petites et moins hautes que les autres, varie entre 11 et 23 μ, ce qui donne une moyenne sensiblement égale à la moitié de l'épaisseur de l'épiderme supérieur.

---

(1) J. J. Kieffer : *Observations sur les* Diplosis *et diagnoses de cinq espèces nouvelles* (Bull. Soc. entom. Fr., Séance du 11 novembre 1896, p. 383).

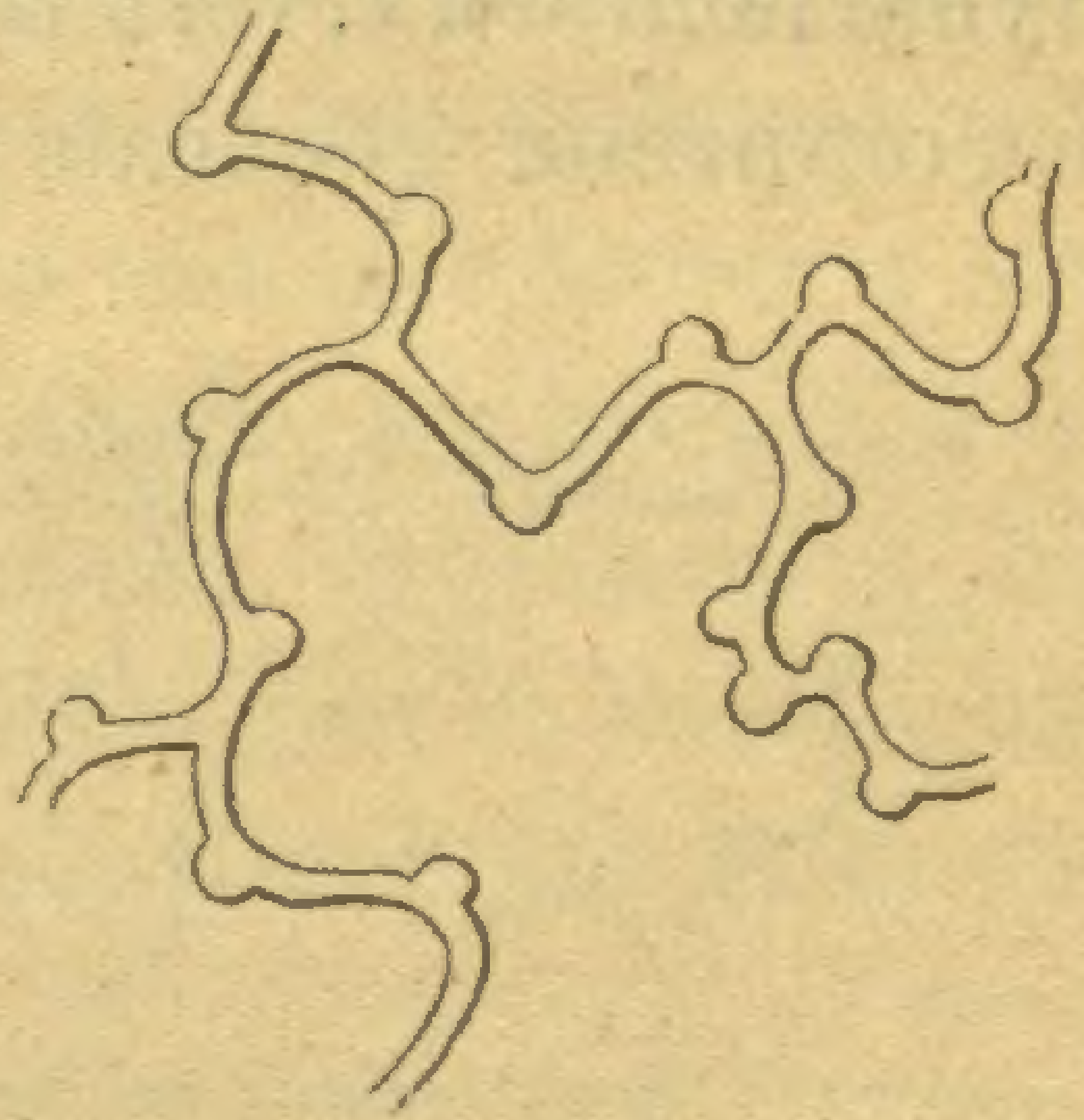


Fig. 4. — Fragment, très grossi, d'un épiderme foliaire normal d'*Hypericum perforatum*.

Dans la feuille anormale, les contours des cellules épidermiques perdent à peu près complètement leurs sinuosités : ils deviennent très sensiblement polygonaux ; ce n'est qu'à l'épiderme inférieur qu'ils manifestent, par de légères inflexions, une tendance à la sinuosité. D'ailleurs les membranes de séparation, dont les contours représentent la tranche, possèdent encore le réseau d'épaississement qu'on remarque dans les feuilles normales. Quant aux dimensions des cellules épidermiques, elles sont assez sensiblement modifiées : d'une manière générale, les cellules de la feuille anormale sont un peu plus larges que celles de la feuille normale, d'où il résulte que les stomates, à la face inférieure, sont plus espacés que dans la feuille normale ; par contre, les cellules de l'épiderme supérieur diminuent beaucoup de hauteur et les deux épidermes prennent une épaisseur à peu près identique, sensiblement égale à celle de l'épiderme inférieur d'une feuille normale (11 à 23 μ environ). Il faut remarquer d'ailleurs que dans l'épiderme supérieur de la feuille anormale, qui regarde la cavité de la galle et offre une surface générale concave, chaque cellule présente elle-même cette forme, de sorte qu'elle apparaît, sur une coupe transversale, sous l'aspect d'une sorte de croissant qui tourne sa concavité vers l'extérieur et entre en contact par ses extrémités avec les croissants représentant les cellules voisines (fig. 5 à 8).

Le mésophylle de la feuille normale (fig. 9) est nettement différencié en parenchyme palissadique, vers la face supérieure, et parenchyme lacuneux, vers la face inférieure. Le parenchyme palissadique ne comprend généralement qu'une assise de cellules étroitement serrées, dont chacune a environ 45 μ de haut sur 11 μ de large; il occupe à peu près la moitié de l'épaisseur du mésophylle. Le tissu lacuneux, qui en occupe l'autre moitié, comprend, en presque tous ses points, deux assises de cellules dont chacune est environ deux fois plus longue que large (par exemple 23 μ de long sur 11 μ de

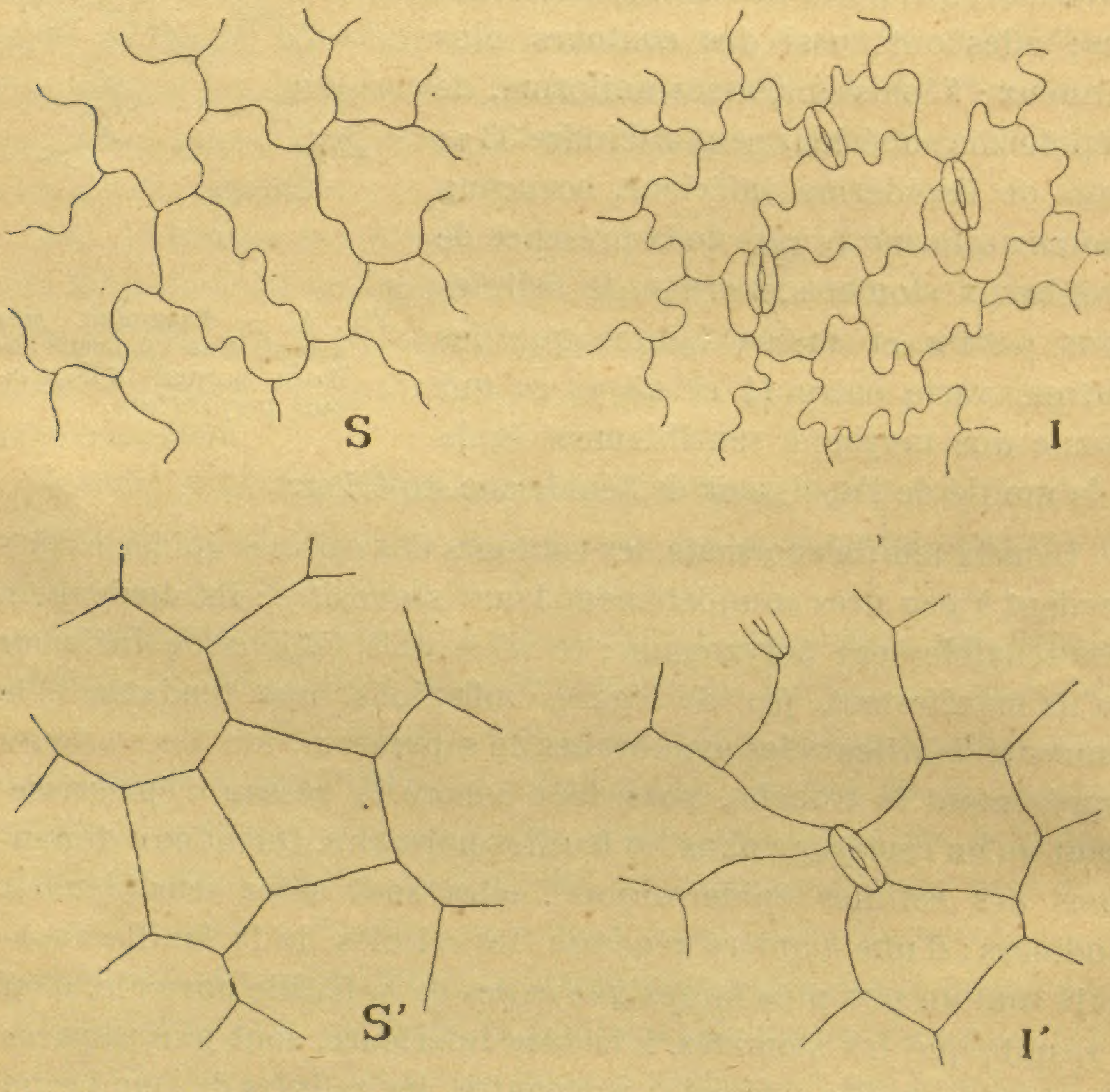


Fig. 5 à 8. — Comparaison entre les épidermes d'une feuille normale et ceux d'une feuille anormale. — *S*, épiderme supérieur d'une feuille normale; *I*, son épiderme inférieur; *S'*, épiderme supérieur d'une feuille anormale; *I'*, son épiderme inférieur.

large) et légèrement rétréci vers son milieu de manière à offrir quelque ressemblance avec une courte pièce osseuse que termineraient deux épiphyses. Dans le mésophylle de la feuille anormale (fig. 10) il n'est plus possible de distinguer nettement deux sortes de parenchyme. On trouve bien, immédiatement au-dessous de l'épiderme supérieur, une première assise de cellules dont les sections par un plan perpendiculaire à la surface du limbe ont une forme à peu près carrée (chacune d'elles ayant, par exemple, environ 45 μ de haut sur 34 μ de large); cette assise représente évidemment les palissades de la feuille normale; mais encore faut-il remarquer que, si les cellules qui la constituent ont sensiblement la même hauteur que ces dernières, elles ont une largeur bien plus grande, de telle sorte qu'une cellule de l'épiderme supérieur, dans la feuille anormale, recouvre à peine plus d'une cellule sous-jacente (fig. 10), tandis qu'une cellule homologue de la feuille normale recouvre de trois à quatre palissades (fig. 9). Quant au tissu lacuneux de la feuille normale, il est ici représenté par un grand nombre d'assises de cellules irrégulièrement arrondies dont les dimensions vont en décroissant progressivement de la face supérieure vers la face inférieure de la feuille.

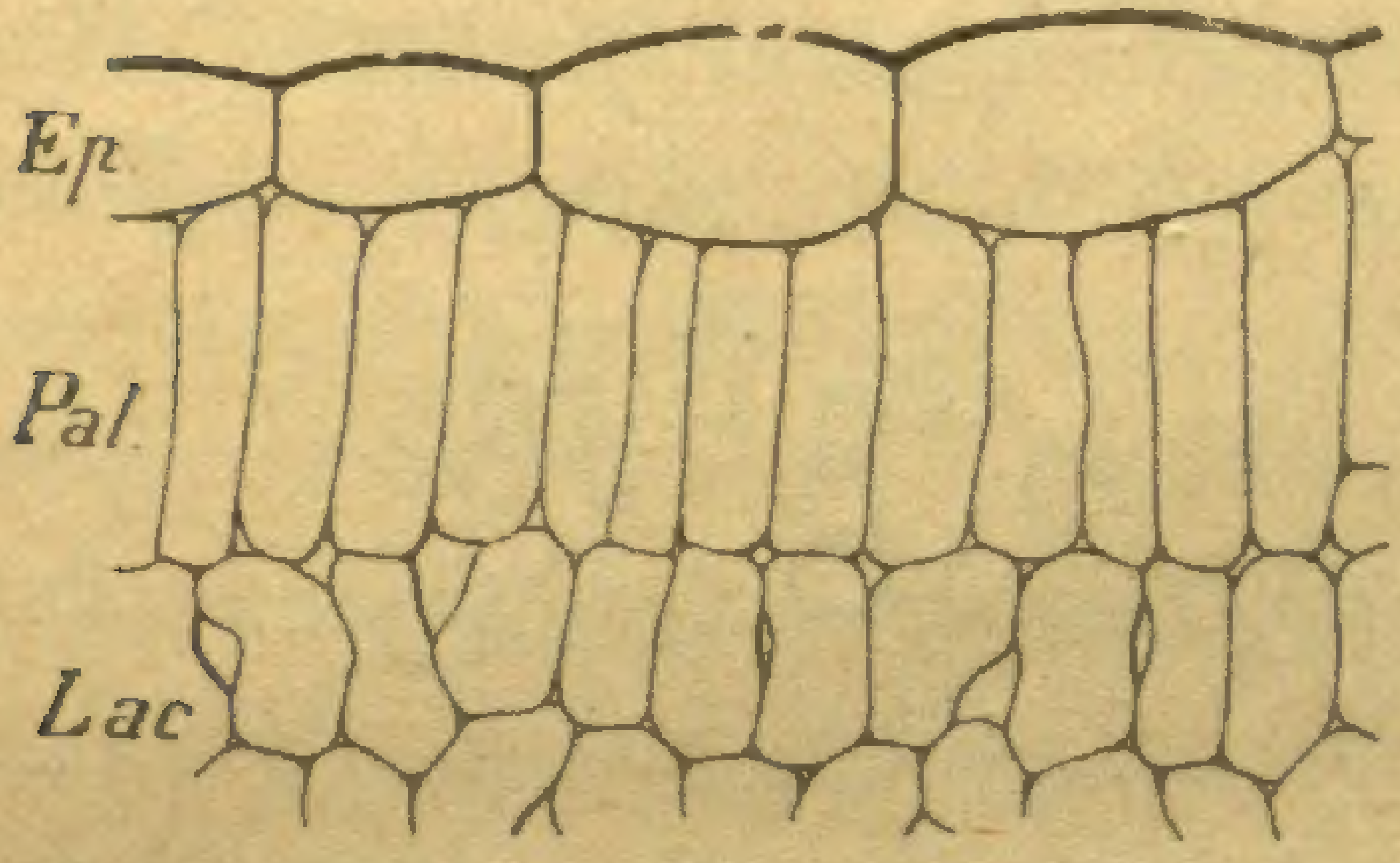


Fig. 9. — Coupe transversale d'une feuille normale, au voisinage de la face supérieure. — *Ep.*, épiderme; *Pal.*, tissu en palissade; *Lac.*, tissu lacuneux.

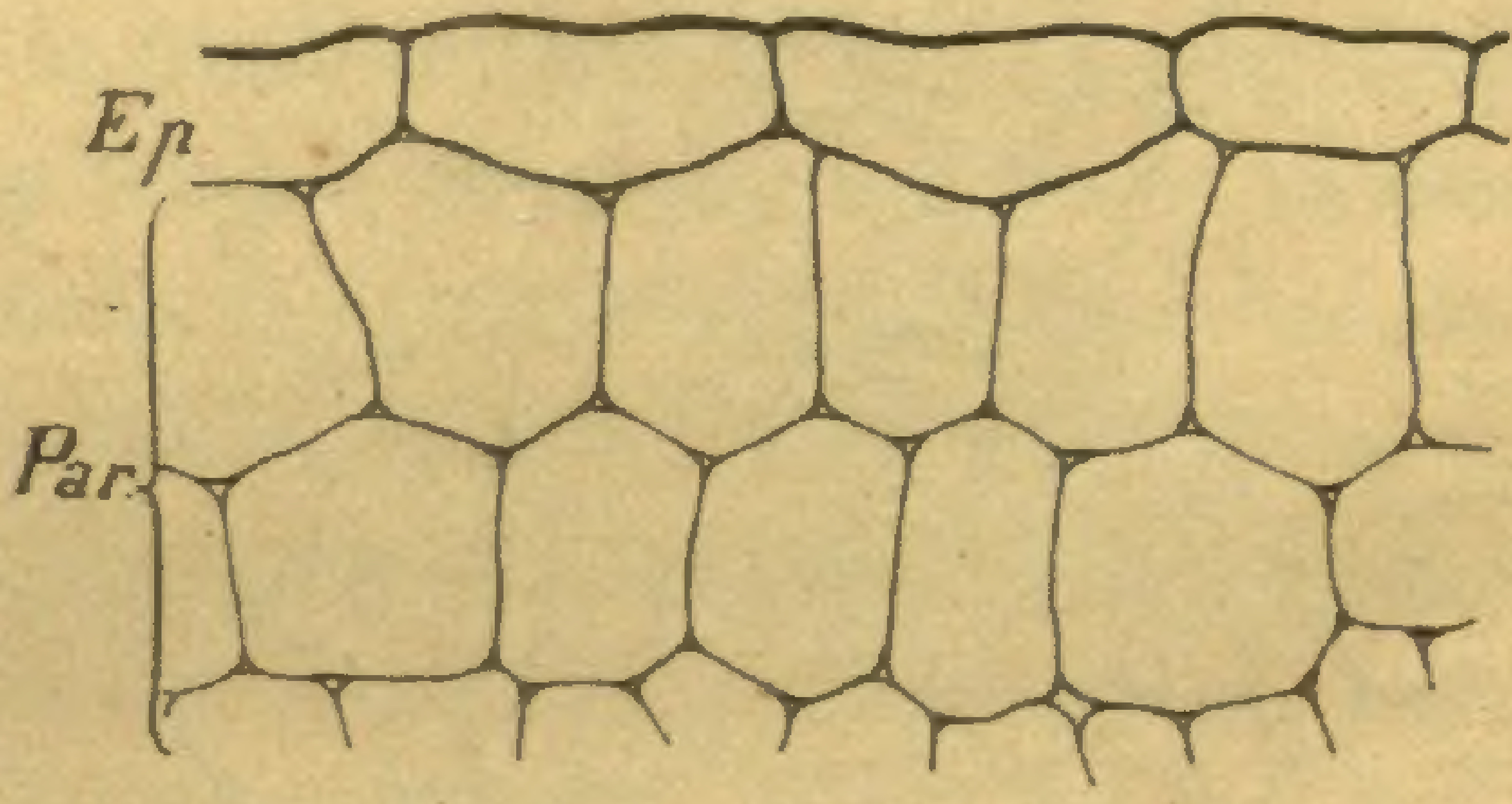


Fig. 10. — Coupe transversale d'une feuille anormale, au voisinage de la face supérieure. — *Ep.*, épiderme; *Par.*, parenchyme.

Dans la feuille normale, la nervure principale, qui fait une saillie assez forte à la face inférieure, correspond à une différenciation très marquée de la morphologie interne (fig. 11). Dans le faisceau libéro-ligneux, qui constitue la partie essentielle de la nervure, les éléments ligneux se montrent, sur une coupe transversale, disposés en rangées régulières qui divergent, à la manière des rayons d'un éventail, de la face supérieure vers la face inférieure. Le faisceau est entouré d'un péridesme qu'une assise endodermique de grandes cellules, à contours arrondis, sépare latéralement du mésophylle ambiant. Sur les faces supérieure et inférieure de la nervure, l'endoderme est séparé de l'épiderme foliaire par un cordon de collenchyme; réduit souvent à un seul plan de cellules du côté de la face inférieure, ce collenchyme est, au contraire, représenté par un grand nombre d'assises du côté de la face inférieure et c'est à lui qu'est due presque exclusivement la forte saillie de la nervure. Avec les deux cordons de collenchyme qui l'accompagnent, la nervure principale forme, à travers le limbe de la feuille, une sorte de lame continue qui coupe nettement le mésophylle. Une structure tout à fait semblable se retrouve dans les nervures secondaires qui proviennent de la ramification de la ner-

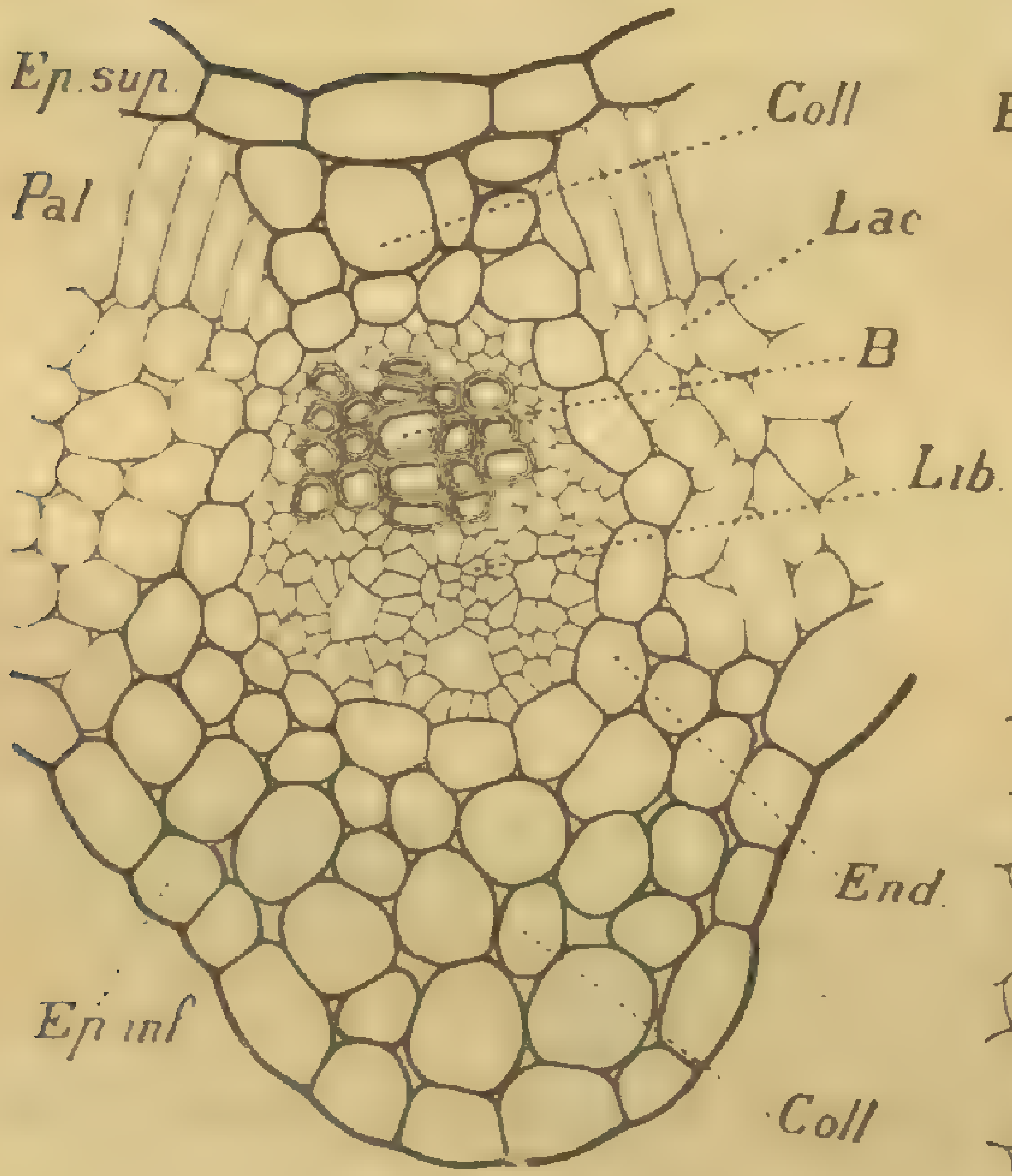


Fig. 11. — Coupe transversale de la nervure médiane d'une feuille normale. — *Ep. sup.*, épiderme supérieur; *Ep. inf.*, épiderme inférieur; *Pal.*, tissu en palissade; *Lac.*, tissu lacuneux; *Coll.*, collenchyme; *End.*, endoderme; *B*, bois; *Lib.*, liber.

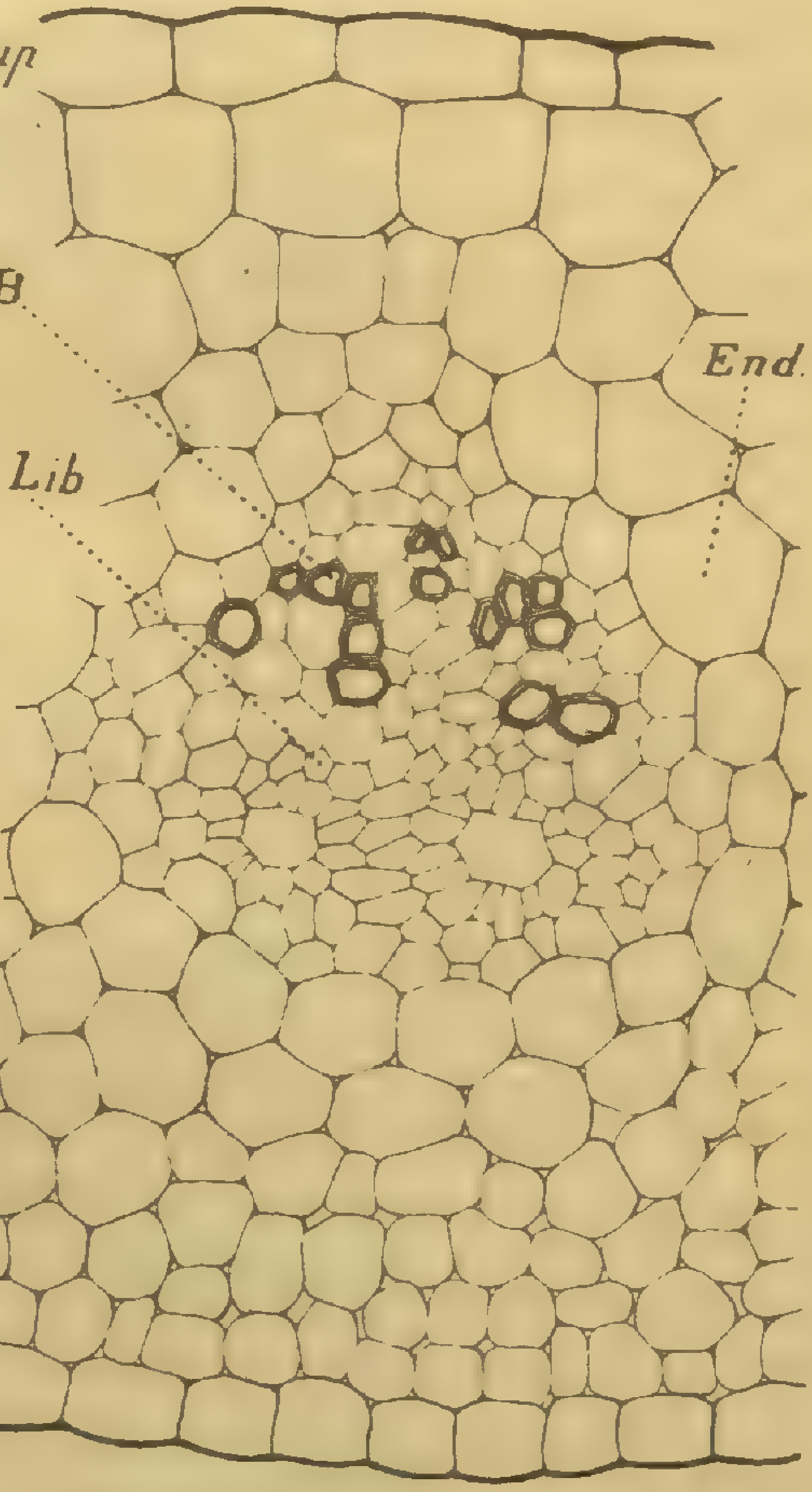


Fig. 12. — Coupe transversale de la nervure médiane d'une feuille anormale. — *Ep. sup*, épiderme supérieur; *Ep. inf.*, épiderme inférieur; *End.*, endoderme; *B*, bois; *Lib.*, liber.

vure principale ; seulement le nombre des éléments du faisceau libéro-ligneux et du collenchyme y diminue sensiblement. Ce n'est que dans les nervures de troisième ordre et leurs dernières ramifications, plongées en plein parenchyme, que disparaît toute trace de collenchyme.

Dans la feuille anormale, la différenciation de la nervure principale est beaucoup moindre (fig. 12). Les éléments ligneux du faisceau sont disséminés avec moins d'ordre, au milieu d'un parenchyme qui manifeste une tendance à s'intercaler entre eux : il semble qu'on assiste à une sorte de morcellement du cordon ligneux. La limite entre le mésophylle, dont nous connaissons déjà la grande homogénéité, et le péridesme du faisceau, perd beaucoup de sa netteté : et par la forme et par la dimension de ses cellules, l'assise endodermique tend à se confondre avec le reste du mésophylle. Quant au collenchyme qui doublait la nervure sur les deux faces dans la feuille normale, il disparaît entièrement ici, et ainsi s'explique le peu d'importance de la saillie que forme la nervure à la face inférieure de la feuille. La structure des nervures secondaires subit une simplification analogue.

Sur une coupe transversale du limbe d'une feuille normale, on peut s'assurer que les poches sécrétrices en occupent, au point où elles se trouvent, à peu près toute l'épaisseur : en ces points, chacune des deux faces de la feuille présente une dépression et la glande est en contact immédiat avec les deux feuillets de l'épiderme. Au contraire, les poches sécrétrices d'une feuille anormale, à peine plus volumineuses que celles de la feuille normale, sont noyées dans le parenchyme, à peu près à égale distance des deux feuillets épidermiques, dont elles sont séparées par quelques assises de cellules.

En ce qui concerne le contenu des cellules foliaires, on peut remarquer que les cellules de l'épiderme inférieur, dans la feuille normale, ainsi que les cellules des assises voisines du mésophylle, se chargent d'une matière colorante rouge, dissoute dans le suc cellulaire.

En résumé, on voit que les modifications apportées dans la structure de la feuille d'*Hypericum perforatum* par la présence des larves d'*Oligotrophus Giardi* peuvent s'énoncer comme il suit :

1° Épaississement général de l'organe;

2° Élargissement des cellules épidermiques et rectification partielle de leurs contours;

3° Amincissement de l'épiderme supérieur;

4° Différenciation moindre du mésophylle, dont le nombre total des assises est sensiblement accru;

5° Simplification de la structure des nervures, avec disparition du collenchyme qui accompagne normalement les nervures de premier et de second ordre;

6° Enveloppement complet des poches sécrétrices par le mésophylle, dans lequel elles cessent d'être visibles par transparence;

7° Développement, dans les cellules voisines de la face dorsale, d'un pigment rouge soluble dans le suc cellulaire (1).

---

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX
SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par **M. Ch. DASSONVILLE.**

On a déjà fait de nombreuses recherches relativement à l'influence de la nature du terrain sur le développement des végétaux. L'Agriculture a tiré de grands profits des études faites sur les engrais de toute nature.

Les procédés d'investigation ont été, jusqu'ici, presque exclusivement du domaine de la chimie.

On peut se demander si les ressources dont la micrographie dispose ne seraient pas aptes à compléter ces données, à les contrôler, et, dans tous les cas, à mettre au jour de nouveaux documents utiles.

Les différences que l'on observe dans la végétation suivant la nature du terrain, suivant que les champs de culture ont reçu des engrais spéciaux, portent à penser que l'aliment doit agir sur la structure au même titre que la lumière, la chaleur, etc.... C'est d'ailleurs ce qui ressort des recherches de M. Lesage sur l'influence du chlorure de sodium, et, on conçoit l'intérêt des recherches anatomiques quand on examine la série des faits recueillis sur l'action des milieux extérieurs par MM. Gaston Bonnier, Costantin, Dufour, Gain, Landel, Lothelier, Russell, etc.

On pressent, en outre, que si les sels ont une action sur la structure, on doit arriver à gouverner en quelque sorte cette dernière, puisque l'on peut aisément faire varier la nature ou la dose des sels que l'on emploie.

Les conclusions auxquelles doit conduire cette étude sont du plus haut intérêt pour la pratique agricole.

Si l'on connaissait exactement la marche que suit le développement des tissus, des organes et des appareils, sous l'influence des causes de variations les plus différentes, on pourrait chercher à obtenir les structures qui seraient démontrées être les plus avantageuses pour la pratique.

Si par exemple, une grande plante herbacée a besoin d'un abondant tissu de soutien et qu'il soit prouvé qu'un certain sel s'oppose à la formation de ce tissu, il faudra éviter de cultiver cette plante avec un engrais renfermant ce sel.

Il importe donc de rechercher les lois générales qui régissent l'action des sels sur la structure, de laquelle dépend l'édification plus ou moins complète du végétal.

Il va de soi que de telles recherches sont en quelque sorte sans limite, et, je ne me dissimule pas que je n'ai fait que les aborder.

INTRODUCTION

Lorsqu'on ajoute un sel au terrain dans lequel croît une plante, on ne saurait, par l'observation directe du développement ultérieur, distinguer l'effet produit de l'effet provoqué par les autres agents du milieu. On ne peut apprécier l'action de ce sel qu'en comparant la plante à une autre plante de même espèce vivant dans les mêmes conditions extérieures, moins la présence de ce sel.

Pour agir avec certitude, il faut même aller plus loin; il faut prendre des graines semblables et les soumettre à des conditions de milieu rigoureusement identiques. Si, alors, on introduit un sel dans le sol dans lequel ces graines ont été semées, on peut comparer les plantes qui proviennent de ces graines à celles qui n'ont pas eu de sel à leur disposition. Les différences qui résultent de cette comparaison expriment l'effet du sel sur la végétation.

Mais, lorsqu'on veut soumettre des plantes à des conditions de milieu rigoureusement semblables, on se trouve en présence de certaines difficultés :

C'est d'abord la température, qu'il faut maintenir exactement la même pour tous les sujets d'expérience. Les cultures en plein air ne m'ayant pas paru remplir suffisamment cette condition, j'ai fait presque toutes mes expériences en serre.

Puis, pour que les plantes reçoivent les mêmes radiations lumineuses, il faut les placer les unes à côté des autres, sans cependant les rapprocher trop pour qu'elles ne se nuisent pas mutuellement.

Ces conditions sont difficiles à régler. On peut toutefois tourner la difficulté, en prenant soin d'expérimenter sur un grand nombre de sujets. Si, en agissant ainsi, on obtient les mêmes caractères dans toute une série de cultures, on est en droit de supposer que les quantités de lumière reçues ont été sensiblement les mêmes. J'ai donc expérimenté sur un grand nombre d'individus et je n'ai tenu compte, dans mes comparaisons, que des résultats qui se montraient les mêmes sur la grande majorité des plantes. Cela m'a permis, en outre, de distinguer les modifications provoquées par les sels de certaines anomalies. Toutes les graines provenant d'un même pied et soumises à des conditions identiques ne donnent pas toujours des plantes absolument semblables, et il importe de ne pas confondre ces différences individuelles avec les effets de la cause de variation que l'on étudie.

Quand on veut apprécier l'action d'une substance minérale sur la végétation, il importe que le lot témoin de comparaison qui doit être privé de cette substance minérale n'en trouve aucune trace dans le milieu.

Dès lors, des expériences rigoureuses ne sauraient être faites dans un sol naturel, puisque les plantes pourraient y puiser des éléments divers que nous ne saurions apprécier. Il est indispensable d'expérimenter en solutions aqueuses titrées. Ces solutions réalisent des conditions physiques bien différentes de celles des sols ordinaires. Pour me rapprocher autant que possible de l'état naturel, j'avais songé, dès le début, à introduire, dans les solutions, de la pierre ponce divisée en très petits fragments. Mais, je me suis vite aperçu que, pour une même solution aqueuse, les plantes variaient considérablement entre elles, suivant que cette solution aqueuse remplissait seule le flacon de culture ou bien imbibait simplement de la pierre ponce.

Ces différences dans le développement tenaient à la solubilité de la pierre ponce. Dans certains cas, en effet, il y avait dans mes flacons une certaine hauteur de liquide au-dessus de la pierre ponce. J'ai remarqué alors que, dans cette région, les racines se développaient vigoureusement, alors qu'elles restaient rudimentaires dans d'autres flacons qui contenaient la même liqueur, mais sans pierre ponce.

D'ailleurs, les expériences de Wiegmann et Polstorff ont établi qu'un sable quartzeux traité par l'eau régale, puis lavé, cède encore aux végétaux des éléments solubles. Il m'a donc paru nécessaire de ne faire entrer dans le milieu aucun corps solide.

En raison des divergences d'opinions qui ont cours sur l'utilité des matières organiques, j'ai songé aussi à introduire du sucre dans mes milieux de culture. Je décrirai plus loin une expérience préliminaire qui m'a engagé à n'utiliser que des milieux exclusivement composés de matières minérales.

Ainsi, pour apprécier l'effet des sels minéraux sur les végétaux, j'ai cultivé mes plantes, d'une part dans une solution titrée de ces sels minéraux, d'autre part dans l'eau distillée. La différence entre les résultats obtenus est due à la présence des sels ; elle exprime la valeur de l'action de ceux-ci.

On pourrait croire que pour étudier l'action d'un sel, il faut comparer des plantes vivant dans une solution de ce sel à d'autres plantes croissant dans l'eau distillée. Cette méthode porte le nom de *méthode directe*. Mais des expériences nombreuses ont déjà démontré qu'il faut un assez grand nombre d'éléments nutritifs ; et on ne peut se rendre compte des effets d'un sel qu'en suivant la *méthode indirecte*.

Cette méthode consiste en deux opérations successives :

Dans la première opération, on compare les effets produits sur un végétal par une solution nutritive complexe à ceux que produit l'eau distillée. La différence exprime l'action de la somme des sels. Si la solution est convenablement choisie, les plantes acquièrent de grandes dimensions et peuvent suivre le cycle complet de leur évolution.

Dans un deuxième temps, on détermine l'action de chaque sel en comparant les effets de la liqueur nutritive complète aux effets de la même liqueur privée chaque fois d'un des sels dont on veut connaître l'action. La différence exprime cette action.

Pour étudier d'une façon plus complète l'effet d'un sel, il suffit d'établir des séries de cultures contenant des doses croissantes de ce sel et de chercher quelle dose produit le meilleur résultat.

Il est très utile de savoir si deux bases de la même famille, telles que la potasse et la soude, la chaux et la magnésie, etc., produisent des effets identiques. Pour résoudre ce problème, on compare les effets de deux solutions connues comme très aptes à produire le développement complet des plantes et contenant respectivement l'une des deux bases soumises à la comparaison. La différence des deux développements fait connaître la valeur comparée de ces bases.

On peut, par un procédé analogue, apprécier l'effet des divers acides.

La méthode indirecte permet donc d'apprécier l'influence d'une solution nutritive complète sur la végétation. J'étudierai cette action sous le titre : « Action générale des sels ».

Elle permet ensuite de connaître la valeur de chaque sel dans l'action générale et de voir comment varie cette action suivant les proportions du sel dans la solution ; enfin de juger l'action comparée des bases et des acides. J'examinerai ces diverses questions sous le titre : « Action spéciale à chaque sel ».

J'ai fait aussi des expériences en pleine terre. Ces expériences ne sont pas sans utilité. Une étude de ce genre est, en effet, appelée à fournir des renseignements précieux à l'Agriculture.

J'ai opéré par *méthode directe* et par *méthode indirecte* :

Dans le premier cas, j'ai ajouté au sol un seul sel et à des doses diverses. En expérimentant sur un grand nombre de sels différents j'ai pu apprécier la valeur comparée de chacun d'eux.

Dans la méthode indirecte, j'ai pris pour témoins les résultats obtenus dans des carrés de terrains qui étaient arrosés avec une solution nutritive complexe. Des carrés voisins ont été arrosés avec la même solution diminuée de l'un des sels étudiés. La comparaison de ces différentes cultures avec la première me permettait d'apprécier la valeur de chaque sel.

Si ces deux méthodes fournissent des conclusions qui, dans leur ensemble, concordent entre elles et aussi avec celles que les cultures en solutions aqueuses ont données, on en conclura que malgré leur imperfection déjà signalée, elles peuvent donner des résultats qui méritent un certain degré de confiance. Et ce fait est très important, car, dans la pratique agricole, on ne peut, en général, expérimenter que de cette façon. Mais ces résultats ne sont en quelque sorte qu'une première approximation : ce son les expériences en solutions aqueuses qui, seules, fournissent des conclusions rigoureuses.

D'après ce qui précède, le présent travail sera divisé en deux parties :

Dans la première, je m'occuperai des cultures que j'ai faites en solutions aqueuses. Dans cette étude, j'examinerai :

1° L'action générale des sels d'une solution nutritive complète;

2° L'action spéciale de chaque sel (influence des doses, action comparée des diverses bases et des divers acides).

Dans la seconde, je traiterai des cultures faites en pleine terre.

PREMIÈRE PARTIE

CULTURES EN SOLUTIONS AQUEUSES.

CHAPITRE PREMIER

ACTION GÉNÉRALE DES SELS

Dispositif employé. — Mes solutions aqueuses étaient contenues dans des éprouvettes entourées de papier noir, afin d'empêcher le développement des Algues qui, sans cette précaution, auraient végété aux dépens des racines.

Les graines étaient placées sur un grillage métallique fixé au fond d'un trou pratiqué dans le bouchon des éprouvettes et dont les mailles pouvaient être facilement agrandies pour suivre le développement des racines.

Les éprouvettes étaient placées en serre, à côté les unes des autres, dans les mêmes conditions de chaleur et d'éclairement, de telle sorte que les cultures ne différaient que par la présence ou l'absence des sels.

Choix du milieu. — *1° Sels.* — Pour obtenir au plus tôt les différences les plus nettes, j'ai choisi une solution saline qui contient la plupart des éléments de l'aliment complet.

Je me suis adressé à la solution recommandée par Knop, qui se prépare d'après la formule suivante :

Nitrate de chaux	1 gr.
Phosphate de potasse	0 gr. 250
Nitrate de potasse	0 gr. 250
Sulfate de magnésie	0 gr. 250
Phosphate de peroxyde de fer	traces
Eau	1 litre.

A cette liste, réserve faite des faits établis au sujet de l'utilité du silicium, du zinc et du manganèse, il manque, pour former un aliment complet : du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène que le végétal trouve dans le milieu extérieur et qu'il fixe par la fonction chlorophyllienne.

Pour être toujours homogène, la solution de Knop demande à être faite avec certaines précautions. Si l'on se contentait de dissoudre les sels et de réunir sans ordre les solutions, on obtiendrait un précipité abondant qui nuirait aux expériences. On dissout ensemble le nitrate de chaux et le nitrate de potasse ; on leur ajoute doucement le sulfate de magnésie préalablement dissous. Puis, on délaye l'ensemble dans toute la masse d'eau que doit contenir la liqueur diminuée de la petite quantité nécessaire pour dissoudre le phosphate de potasse. La solution de ce dernier sel est ensuite versée goutte à goutte dans le mélange que l'on agite pendant toute l'opération. On ajoute enfin le phosphate de peroxyde de fer. Dans ces conditions, la liqueur reste parfaitement limpide.

2° *Matières organiques.* — Comme nous sommes encore peu éclairés sur le rôle des matières organiques dans la végétation (1), j'ai fait une expérience préliminaire, pour voir s'il y avait intérêt à faire entrer une substance organique dans la composition du milieu.

L'expérience suivante montre que dans les conditions où je devais opérer, il était indispensable d'employer une solution exclusivement minérale :

J'ai mis germer des pommes de terre, d'une part dans l'eau distillée, d'autre part dans la solution de Knop, enfin dans cette même solution additionnée d'une certaine quantité de sucre candi (4 grammes par litre).

---

(1) Voir les « *Aliments de la plante* » par Ch. Dassonville. (Écho des Associations vétérinaires de France, 1897).

Dans des expériences de ce genre, il est pratiquement impossible de stériliser le milieu. Pourtant, j'ai pris la précaution de faire bouillir la solution sucrée et de flamber les éprouvettes.

Douze tubercules en voie de germination furent mis en culture dans chaque série :

Dès les premiers jours, les racines se développèrent au contact des liqueurs salines et les tiges poussèrent vigoureusement.

Dans l'eau distillée, le développement fut faible.

Vers la fin de la première semaine, la croissance s'arrêta dans la culture qui renfermait du sucre candi. La liqueur était trouble ; elle était envahie par des microorganismes qui formaient à la surface une pellicule blanche, épaisse, adhérant aux racines. Quelques jours après, les tubercules eux-mêmes furent attaqués par les moisissures ; ils pourrirent et les tiges moururent.

Dans la solution de Knop sans matière organique, les tiges ont continué à pousser vigoureusement. Dans l'eau distillée, elles restèrent rudimentaires ; mais elles ont survécu, comme dans la solution minérale pure, pendant plusieurs mois.

Cette expérience nous fait voir que la présence d'une matière organique dans la liqueur permet aux organismes inférieurs de se développer en abondance et de consommer une partie des sels de la solution.

L'introduction de la matière organique dans le milieu en fait donc varier constamment la composition. Elle ne permet pas, par conséquent d'apprécier les effets des sels. Aussi dans toutes mes cultures, je n'ai utilisé que des solutions exclusivement minérales.

On voit d'ailleurs, par les résultats que je viens d'indiquer pour la solution de Knop et pour l'eau distillée, que les substances minérales en solutions pures permettent au végétal de se développer dans des conditions telles que leur influence peut être aisément étudiée.

Espèces étudiées. — Mes expériences n'ont porté que sur un nombre restreint d'espèces. J'ai surtout tenu à opérer sur un très grand nombre d'individus, afin d'éviter de prendre des variations individuelles pour des variations dues à l'action des sels.

J'ai mis à l'étude : le Lupin, la Fève, le Seigle, le Blé, l'Avoine, le Maïs, le Sarrasin, la Pomme de terre, le Lin, le Grand-Soleil, la Courge, le Ricin, la Tomate, le Chanvre, l'Ipomea, le Pin.

I. — LÉGUMINEUSES

A. — LUPIN

(Voir *Revue générale de Botanique*, Tome VIII, 1896, pages 286 à 294).

B. — FÈVE

Dans la solution saline, des pieds de Fève ont dépassé un mètre de hauteur. Ils ont fleuri.

Dans l'eau distillée, les tiges sont restées rudimentaires (20 centimètres environ). Elles n'ont pas donné de fleurs. Les plantes sont restées vivantes aussi longtemps que dans la solution saline.

MORPHOLOGIE INTERNE

1° **Racine.** — (La comparaison est faite au niveau de la base de la tige).

Dans l'eau distillée (fig. 14), la moelle (*m*), lignifiée, est entourée par un métaxylème très lignifié (*mx*) en relation avec les faisceaux primaires (*v. p*). L'assise génératrice (*a. g*) ne fonctionne qu'au niveau du liber primaire.

Les coupes montrent donc : des faisceaux primaires (*v. p*) logés profondément et alternes avec le liber primaire *l*, rejeté vers la périphérie par le liber secondaire *ll*; du métaxylème *mx*, sur lequel s'appuie du bois secondaire *v. s*; cinq rayons de parenchyme (*cj*) isolant les formations secondaires.

Dans la liqueur de Knop (fig. 13), la moelle (*m*), les vaisseaux primaires (*v. p*), la métaxylème (*mx*) et le boisse condaire (*v. s*) sont moins lignifiés. L'assise génératrice (*a. g*) donne du bois et du liber secondaire, non seulement en dedans du liber primaire, mais encore au dos de deux faisceaux ligneux.

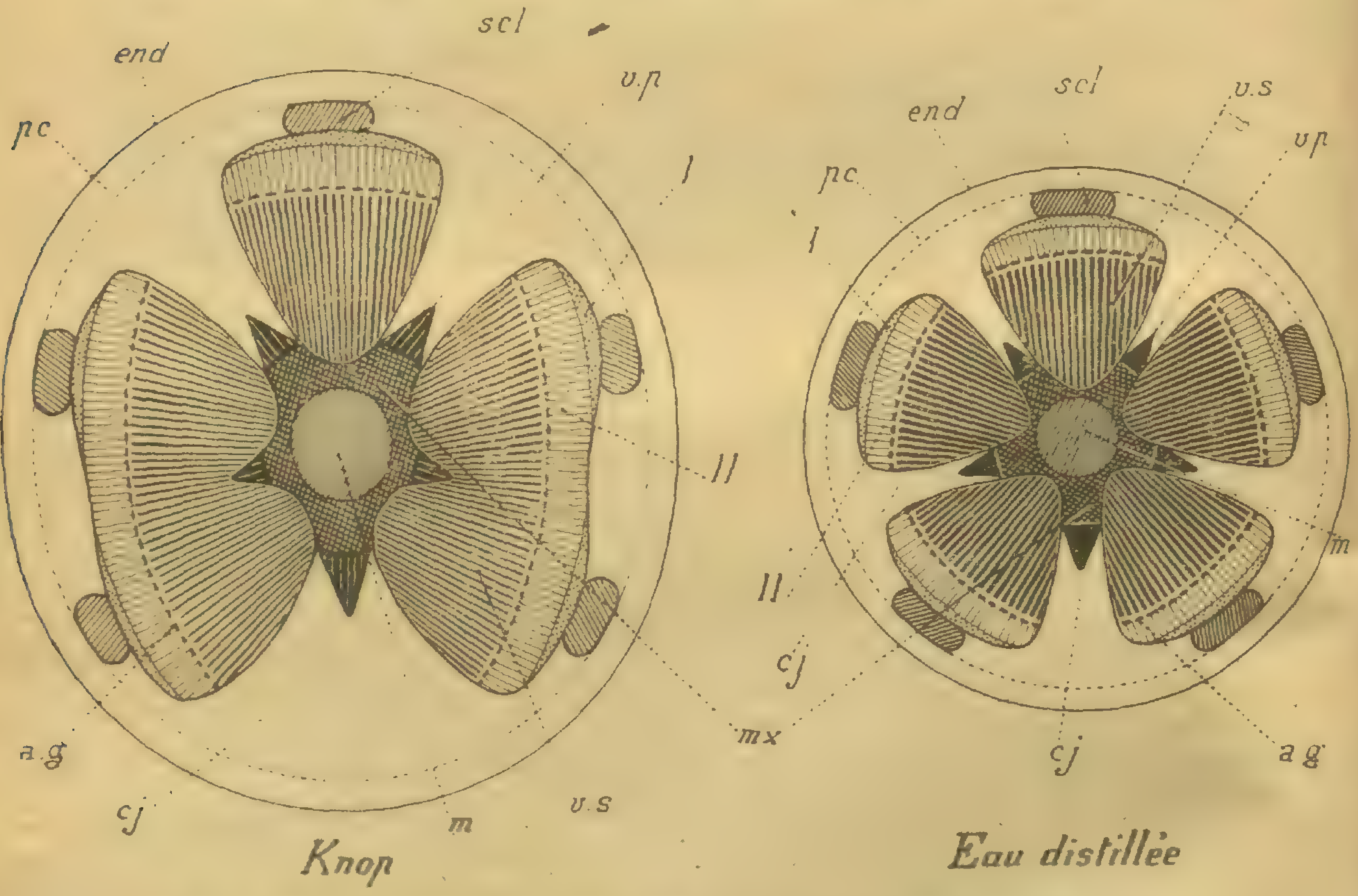
On voit alors, sur la coupe : deux larges massifs de bois secondaire placés vis-à-vis l'un de l'autre ; sur l'un des côtés, un large rayon de parenchyme (*cj*) adossé à l'un des faisceaux du bois primaire ; à l'opposé, un troisième faisceau secondaire séparé des deux principaux massifs par deux rayons de parenchyme adossé aux deux derniers faisceaux du bois primaire.

Le liber a une disposition analogue, c'est à-dire, qu'au lieu de cinq faisceaux isolés, il n'y en a plus que trois, dont deux larges, opposés.

Les fibres péricycliques (*scl*) conservent une disposition analogue à celle qu'elles ont dans l'eau distillée et permettent de reconnaître le type pentagonal primitif.

Les écorces n'ont pas de différences appréciables.

L'action des sels sur la structure de la racine de la Fève se résume donc en une diminution dans la lignification des divers éléments, en une augmentation des éléments vasculaires et en une activité plus grande de l'assise génératrice libéro-ligneuse.



Knop

Eau distillée

Fig. 13 et 14. — Coupes schématiques comparées de deux racines de Fève, cultivées l'une dans la solution de Knop et l'autre dans l'eau distillée.

2° **Tige.** — a. *Eau distillée* (Pl. 14, fig. 90). — La tige est quadrangulaire, fistuleuse. Les restes de la moelle (*m*) qui ont persisté sont de nature parenchymateuse.

Chaque angle de la tige est occupé par un faisceau libéro-ligneux assez important, au dos duquel on observe un paquet de fibres sclérifiées. Plus en dedans, on compte vingt faisceaux, petits, répartis sur un cercle. L'assise génératrice a peu ou pas fonctionné. Dans tous les cas, les rayons restent entièrement parenchymateux. *Les faisceaux sont donc partout distincts, isolés.* A chacun d'eux s'adosse un paquet de fibres péricycliques (*scl*).

L'assise périmédullaire est parenchymateuse. Les vaisseaux sont étroits, très lignifiés. Les primaires sont plongés dans un parenchyme mince. Quand il y a des vaisseaux secondaires (ce qui est assez rare), ceux-ci sont entremêlés de parenchyme lignifié.

b. *Solution de Knop.* (Pl. 14, fig. 89). — Le coupe de la tige est pentagonale. La moelle (*m*), en grande partie détruite, ne laisse que quelques assises de cellules qui sont lignifiées. L'assise périmédullaire prend aussi le vert d'iode.

Les faisceaux qui occupent les angles de la tige sont beaucoup plus importants que dans l'eau distillée. Ils sont au nombre de cinq.

Les autres faisceaux ne sont plus isolés, comme précédemment, mais réunis en un anneau continu laissant proéminer, vers le centre, les vaisseaux primaires *v.p* associés à du parenchyme mince. Les cloisonnements de l'assise génératrice se sont, en effet, développés, puis différenciés, au niveau des rayons *r* comme entre le liber et le bois primaire ; mais, au niveau des rayons, la lignification du bois est moins intense et les vaisseaux sont plus larges qu'au niveau des formations primaires.

Le liber forme un anneau continu.

A chaque proéminence du bois primaire correspond, au dos du liber, un paquet volumineux de fibres péricycliques.

Le nombre des assises de l'écorce est légèrement diminué.

En résumé, la solution de Knop détermine dans la tige la formation d'un anneau fermé de bois. Dans la racine, elle altère la symétrie de la structure, par la formation de bois secondaire au niveau de deux des rayons primaires. Ces faits sont dus à un fonctionnement de l'assise génératrice au niveau des rayons primaires. Elle augmente le nombre des fibres péricycliques, mais ne tend pas à épaissir les parois.

Ces conclusions sont analogues à celles que nous avons précédemment formulées pour le Lupin (1). (*A suivre*).

---

(1) *Revue générale de Botanique* : loc. cit.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1893-1896 *(Suite)*.

B. — *Période tertiaire.*

Comme travail d'ensemble sur la flore tertiaire, et avant d'aborder l'examen des travaux de détail, il faut signaler d'abord la *Flora tertiaria italica* de MM. MESCHINELLI et SQUINABOL (1) dans laquelle les auteurs ont donné la description, avec indications synonymiques remarquablement complètes, de toutes les espèces observées jusqu'à présent, sans excepter les végétaux inférieurs, dans les couches tertiaires d'Italie, si riches en végétaux fossiles ; un tel ouvrage ne peut manquer de rendre les plus grands services à tous ceux qui s'occupent de la flore tertiaire ainsi qu'aux botanistes curieux de rechercher dans cette flore quels ont été les représentants anciens de tel ou tel des genres actuels. Dans le même ordre d'idées, je citerai l'étude de M. PEOLA sur les Conifères tertiaires du Piémont (2), qui s'étend depuis l'Eocène jusqu'au Pliocène et comprend la description de plusieurs espèces nouvelles, notamment d'*Abies* et de *Pinus* ; on remarque que les diverses espèces, fort nombreuses, de Pins dont les strobiles ont été recueillis dans le Tertiaire piémontais, viennent se ranger sans difficultés dans les sections actuelles du genre, *Strobus*, *Tæda* et *Pinaster*.

A la base du Tertiaire, les végétaux fossiles de l'Eocène français ont donné lieu à quelques observations nouvelles de M. BUREAU, portant principalement sur la flore du Calcaire grossier parisien (3) : il y a constaté la présence d'un *Aralia* de la section des *Macropanax*, et il a reconnu que le *Phyllites multinervis* Brongt., classé plus tard comme *Pota-*

---

(1) A. Meschinelli et X. Squinabol : Flora tertiaria italica. Patavii. In-8°, LXII-578 p., 1893.

(2) P. Peola : Le Conifere terziarie del Piemonte (*Boll. Soc. geol. ital.*, XII, p. 705-746, pl. VI. 1894).

(3) E. Bureau : Sur la présence d'une Araliacée et d'une Pontédériacée fossiles dans le Calcaire grossier parisien (*C. R. Ac. Sc.*, CXV, p. 1335-1337. 26 décembre 1892); — Sur les prétendues Fougères fossiles du Calcaire grossier parisien (*Ibid.*, CXVII, p. 201-204, 24 juillet 1893).

mogeton, puis comme *Ottelia*, devait être rapporté au genre *Monochoria*, de la famille des Pontédériacées ; il a fait voir en outre que les prétendus *Tæniopteris* du même étage représentaient en réalité, non des frondes de Fougères, mais des feuilles, parfois incisées latéralement, d'un Laurier-rose, *Nerium parisiense*. Il a étudié, d'autre part, une nouvelle série d'échantillons de la flore du Bois-Gouët (1), contemporaine de celle du Calcaire grossier, et y a découvert notamment un Bambou, *Bambusites occidentalis*, représenté par ses gaines foliaires.

C'est également à la flore éocène qu'appartiennent la plupart des *Nipadites*, ces fruits analogues à ceux des *Nipa*, qu'on trouve surtout en abondance dans le Tertiaire inférieur de l'Angleterre et de la Belgique, et sur lesquels on a établi un nombre assez considérable d'espèces : M. Rendle a procédé à une revision attentive de celles-ci (2), et les a réduites à six seulement : *Nip. Burtini*, *Nip. lanceolatus*, *Nip. umbonatus*, *Nip. cordiformis*, *Nip. ellipticus* et *Nip. Heberti*, excluant du genre les *Nip. provincialis* et *Nip. curtus*, et ne conservant qu'avec doute le *Nip. acutus*.

L'exploration géologique de la péninsule d'Apschéron, entreprise par M. Sjögren, lui a fait découvrir dans les dépôts éocènes de la région une quantité considérable de bois silicifiés, dont l'étude anatomique a été faite par M. J. Felix (3) : il y a reconnu deux espèces de Conifères, *Pityoxylon silesiacum* Gœpp. et *Physematopitys excellens* n. sp., cette dernière ressemblant beaucoup à un bois de Ginkgo, et dix bois de Dicotylédones, appartenant les uns à des types génériques déjà définis, *Tænioxylon*, *Fegonium*, *Plataninium*, *Perseoxylon*, *Anacardioxylon*, les autres constituant des types nouveaux auxquels l'auteur a donné les noms de *Rhamnacinium*, *Combretacinium*, *Ternstrœmiacinium* et *Sjögrenia* ; les premiers de ces noms indiquent des bois très voisins, par leur constitution, de bois vivants appartenant aux familles des Rhamnacées, des Combrétacées, des Ternstrœmiacées, sans cependant que M. Felix, qui s'élève contre des identifications trop hâtives, veuille affirmer que ces bois doivent être rapportés formellement et en toute certitude à ces familles. Quant au genre *Sjögrenia*, il semble se rapprocher des Aurantiacées par certains caractères qui font songer aux *Citrus* et aux *Feronia*, sans cependant concorder entièrement avec aucun de ces deux genres.

M. Bureau a étudié (4) quelques Palmiers du Tongrien des environs de Vérone, représentés par de magnifiques échantillons récemment acquis par le Muséum d'histoire naturelle de Paris, et dont l'un, *Latanites Maximiliani* Vis., montre un jeune pied presque complet ; les autres sont des espèces à feuilles pinnées, *Phœnicites italicus* Vis., très voisin des *Phœnix*, *Hemiphœnicites Dantesianus* Vis., et *Hemiphœn. wettinioides* Vis. ; M. Bureau regarde ces deux dernières espèces comme voisines, d'après les caractères de leurs frondes, la première des *Manicaria*, la seconde du *Pritchardia pacifica*, et il propose pour elles les noms génériques respectifs de *Manicarites* et *Pritchardites*. Une autre est nouvelle et rappelle beaucoup le *Kentia Balmoreana* par la constitution de ses frondes, bien qu'avec une nervation plus régulière ; M. Bureau la désigne sous le nom de *Kentites pratesinensis*.

---

(1) E. Bureau et N. Patouillard : Additions à la flore éocène du Bois-Gouët (Loire-Inférieure) (*Bull. Soc. sc. nat. de l'Ouest de la France*, III, p. 261-269, pl. VI. 1893).

(2) A. B. Rendle : Revision of the genus *Nipadites* Bowerb. (*Journ. Linn. Soc. London, Bot.*, XXX, p. 143-154, pl. VI, VII.1894).

(3) J. Felix : Untersuchungen über fossile Hölzer. 4. Stück (*Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch.*, XLVI, p. 79-110. pl. VIII-X. 1894).

(4) E. Bureau : Sur quelques Palmiers fossiles d'Italie (*Bull. Mus. hist. nat.*, 1896, p. 280-281).

Les recherches que MM. Mieg, Bleicher et Fliche poursuivent depuis plusieurs années sur l'Oligocène de l'Alsace leur ont fourni de nouvelles séries d'empreintes végétales (1), provenant de diverses localités, Kleinkembs, Istein et Hagenbach, qui ont été examinées par M. Fliche ; il y a lieu de signaler : à Kleinkembs, un *Lygodium*, un *Chrysodium*, le *Sequoia Couttsiæ*, des inflorescences de *Rhizocaulon*, sans parler des Dicotylédones assez nombreuses qui y ont été observées ; à Istein, des feuilles du genre fossile *Daphnogene* qui semblent extrêmement voisines d'un *Actinodaphne* de la flore actuelle de la Chine, et à Hagenbach des *Cinnamomum* remarquables par leur fréquence.

M. C. Lakowitz, de son côté, a publié une intéressante étude sur la flore des gisements oligocènes des environs de Mulhouse (2) ; il y a reconnu une proportion importante de Gymnospermes, parmi lesquelles le *Glyptostrobus europæus* et le *Sequoia Couttsiæ* se montrent particulièrement abondants ; il faut mentionner en outre un *Cephalotaxites* nouveau et un *Picea* du type du *P. Omorica*. Les Monocotylédones comprennent notamment des *Rhizocaulon*, des Typhacées, une espèce nouvelle de Palmier, *Sabalites Fœrsteri*. Parmi les Dicotylédones, les Amentacées tiennent la première place, avec les genres *Myrica*, *Salix*, *Populus* ; ensuite viennent les Lauracées, des *Cinnamomum* principalement, les Protéacées avec des *Persoonia*, des *Grevillea*, et les Légumineuses, au nombre desquelles on peut citer des épines bien reconnaissables de *Gleditschia*, décrites sous le nom de *Gleditschiacanthus alsaticus*. Cette flore, que l'auteur considère comme appartenant au sommet de l'Oligocène inférieur, à son passage à l'Oligocène moyen, comprend un mélange de types des régions chaudes de l'Asie et de l'Ouest de l'Amérique du Nord avec des types nord-américains atlantiques, des types australiens, des types sud-américains et des types méditerranéens.

---

(1) M. Mieg, G. Bleicher et Fliche : Contribution à l'étude des terrains tertiaires d'Alsace (suite) (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, XX, p. 375-385. 1893 ; XXII, p. 334-344. 1894).

(2) C. Lakowitz : Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora des Ober-Elsass. Die Oligocän-Flora der Umgegend von Mühlhausen i. E. (*Abhandl. d. geol. Spec. Karte v. Elsass-Lothringen*, V, p. 177-353, pl. V-XIII. 1895).

L'un des genres qu'elle renferme et qui paraît avoir joué un rôle important dans la flore lacustre de l'époque oligocène, du moins dans nos régions, le genre *Rhizocaulon*, a fait l'objet d'études spéciales de la part de M. Schumann (1) d'abord, puis du M^{is} de Saporta (2), études sur lesquelles je passerai brièvement, le travail de M. de Saporta ayant été inséré dans le présent Recueil. Je rappellerai seulement que M. Schumann, contestant l'attribution aux *Rhizocaulon* des empreintes, d'inflorescences particulièrement, qui leur avaient été rapportées, et ne conservant finalement dans le genre que le seul *Rhiz. Brongniarti*, représenté par des échantillons silicifiés, avait conclu, d'après la structure des tiges, des feuilles et des racines, qu'on avait affaire là à une Cypéracée, vraisemblablement alliée d'assez près au *Cladium Mariscus*. Le M^{is} de Saporta, ayant repris l'examen de tous les restes décrits par lui comme *Rhizocaulon*, a montré que les caractères observés sur les empreintes concordaient absolument avec ceux des échantillons silicifiés, et a justifié l'attribution des inflorescences par leur association constante avec des débris de tiges, de feuilles et de racines appartenant à des plantes de ce genre. Tout en étant complètement d'accord avec M. Schumann sur les caractères anatomiques des *Rhizocaulon*, il ne pense pas que ces caractères suffisent pour qu'on puisse les ranger parmi les Cypéracées, dont les éloigne la constitution de leur appareil floral; il fait observer que la structure de leurs feuilles et de leurs racines se rapprocherait plutôt, si l'on voulait la prendre pour guide, de ce qu'on observe chez les Pandanées, et il maintient en fin de compte ses conclusions premières, considérant les *Rhizocaulon* comme un type particulier de Monocotylédones aquatiques, analogue, à divers points de vue, avec les Restiacées et avec les Eriocaulées, mais sans parenté réelle avec elles, non plus qu'avec les Cypéracées.

En fait de travaux relatifs à la flore de l'Oligocène supérieur, je ne ferai que mentionner les recherches de M. Engelhardt sur les plantes de l'Aquitanien du Nord de la Bohême (3), les divers gisements nouveaux qu'il a explorés ne lui ayant fourni que des espèces déjà connues.

La flore miocène inférieure s'est enrichie d'une nouvelle espèce de Nymphéinée, *Nymphæites rhœnensis*, découverte dans les gisements de la Rhœn, par M. Kurtz (4), qui la regarde comme très rapprochée du

---

(1) K. Schumann : Untersuchungen über die Rhizocauleen (*Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst. f.* 1891, p. 226-287, pl. XXVI-XXVIII. 1893).

(2) M^{is} de Saporta : Etude monographique sur les Rhizocaulon (*Rev. gén. de Botanique*, VI, p. 241-287, pl. 5-12. 1894).

(3) H. Engelhardt : Beiträge zur Palaontologie des böhmischen Mittelgebirges (*Lotos*, XV, 1895; XVI, 1896. — *Sitzungsber. d. deutsch. naturw. medic. Vereines f. Bohmen Lotos*, 1896, Nr. 2, Nr. 4).

(4) F. Kurtz : Eine neue Nymphaeacee aus dem unteren Miocän von Sieblos in der Rhön (*Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst.*, XIV, p. 17-18. 1894).

Nuphar pumilum. Elle a fait en outre, de la part de MM. von Gellhorn, Eberth, et von Schlechtendal, l'objet de recherches portant sur les gisements de lignites de la Marche de Brandebourg : M. von Gellhorn (1), qui a étudié les bois de ces lignites, n'y a observé que des Conifères, entr'autres le *Taxodium distichum*, ne différant en rien de la forme vivante, et des bois d'Abiétinées, qu'il rapporte à l'Epicéa, au Pin Laricio et au Pin à crochets ; le Pin sylvestre serait en outre représenté par des cônes. Dans les gîtes des environs de Senftenberg, M. Eberth (2) a reconnu, en outre du *Tax. distichum* dont les bois entrent pour une très forte part dans la constitution du lignite, un assez grand nombre de Dicotylédones représentées soit par des feuilles, soit par des fruits, notamment des fruits de *Juglans troglodytarum*, de *Carya pusilla*, de *Corylus* extrêmement voisins de ceux du *Cor. Avellana*, des pépins appartenant sans doute au *Vitis teutonica*, et des graines de *Carex*. Dans cette même formation, M. von Schlechtendal (3) a recueilli de nombreux débris de *Fagus attenuata* Gœpp., écailles florales, fleurs mâles, faînes et feuilles, et parmi ces dernières un certain nombre d'exemplaires à limbe présentant entre les nervures des incisions parallèles à celles-ci, ou des perforations, tout à fait analogues à celles qu'on observe sur les feuilles de Hêtre ou de Charme qui ont souffert des gelées printanières, ce qui permet de conclure à la production d'accidents climatériques semblables à l'époque miocène. Les études comparatives que le même auteur a faites sur les feuilles de trois des espèces d'*Ulmus* établies par Gœppert, *Ulm. carpinoides*, *Ulm. longifolia*, *Ulm. pyramidalis*, l'a convaincu que les différences qui les séparent ne sont pas d'un ordre supérieur à celles que présentent les diverses formes de l'*Ulm. campestris*, et qu'il faut les considérer toutes trois comme appartenant à un même type spécifique, pour lequel il conserve le nom d'*Ulm. carpinoides*. Il n'est pas douteux que des revisions analogues opérées sur d'autres genres auraient le même résultat, les espèces établies sur les empreintes de feuilles ayant été en général beaucoup trop multipliées, et les documents plus complets fournis par des récoltes suivies montrant, pour certaines d'entre elles, des passages insensibles des unes aux autres ; c'est, du reste, dans cet ordre d'idées que sont dirigés la plupart des travaux récents sur la flore tertiaire.

Le Baron C. von Ettingshausen, récemment enlevé à la science, a ajouté à ses précédentes études sur la flore tertiaire de Styrie de nouvelles recherches sur les gisements miocènes et pliocènes de la même région (1) : il y a recueilli un certain nombre de formes spécifiques nouvelles, notamment plusieurs *Ficus* dans les couches miocènes, et dans les couches pliocènes une feuille de Monocotylédone décrite comme *Cannophyllites*, des *Betula*, un *Salix*, un *Ulmus*, un *Juglans* et un *Sorbus*, *S. palæoaria*, très voisin du *S. Aria* actuel.

---

(1) O. von Gellhorn : Die Braunkohlen-Hölzer in der Mark Brandenburg (*Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst.*, XIV, p. 3-12, pl. I. 1894).

(2) O. Eberth : Die Braunkohlenablagerungen in der Gegend von Senftenberg (*Ibid.*, p. 212-235, pl. XV. 1894).

(3) D. von Schlechtendal : Beiträge zur Kenntniss der Braunkohlenflora von Zschipkau bei Senftenberg (*Zeitschr. f. Naturwiss.*, LXIX, p. 193-216, pl. III-V. 1896).

La flore miocène supérieure des couches inférieures à Paludines de l'Esclavonie a fait l'objet, de la part de M. Engelhardt (2), d'une étude détaillée comprenant la description, avec de bonnes figures, d'une cinquantaine d'espèces, dont deux seulement sont nouvelles; la flore est conforme dans son ensemble à ce qu'on avait déjà observé ailleurs sur le même horizon.

Les marnes pliocènes des environs de Bra en Italie, appartenant à l'Astien, ont fourni à M. Peola (3) une riche flore, presque exclusivement composée, à la seule exception d'un Tilleul nouveau, *Tilia Craveri*, d'espèces déjà rencontrées sur d'autres points, mais dont la majorité semblerait appartenir plutôt à la flore miocène supérieure qu'à la flore pliocène : l'auteur explique cette anomalie apparente par ce fait que les plantes récoltées semblent avoir vécu, les unes dans une zone montagneuse, les autres dans une zone littorale jouissant d'un climat un peu plus chaud, qui avait permis le maintien d'un nombre assez important de formes miocènes; certaines espèces encore vivantes, comme *Apollonias canariensis*, *Quercus Ilex*, *Fagus silvatica*, attestent d'ailleurs le voisinage de l'ère actuelle.

La question des liens qui rattachent les espèces vivantes à leurs congénères fossiles a été, à diverses reprises, l'objet d'intéressantes études de la part du Baron C. von Ettingshausen, particulièrement en ce qui regarde les genres *Quercus* et *Fagus*; dans le dernier travail de ce genre (4) qu'il ait publié, il a étudié spécialement les différentes formes de Hêtres tertiaires qu'il rattache au *Fagus Feroniæ* d'Unger : il a montré qu'à côté des formes les plus fréquentes, très voisines du *F. silvatica*, on observe des formes plurinerves se rapprochant du *F. ferruginea* en même temps que du *F. Risdoniana*, du Tertiaire d'Australie, tandis que d'autres feuilles, à bord crénelé, ressemblent au *F. Sieboldi*; d'autres encore semblent alliées à des types tertiaires australiens, *F. Mülleri* et *F. celastrifolia*; les trois espèces actuelles de l'hémisphère nord ne représentent donc que des races sorties d'un seul et même type spécifique, à savoir du *F. Feroniæ*.

---

(1) C. von Ettingshausen : Ueber neue Pflanzenfossilien aus den Tertiärschichten Steyermarks (*Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien*, LX, p. 313-344, 2 pl. 1893).

(2) H. Engelhardt : Flora aus den unteren Paludinenschichten des Caplagrabens bei Podvin in der Nähe von Brood (Slavonien) (*Abhandl. Senckenberg. naturforsch. Gesellsch.*, XVIII, p. 169-207, pl. I-IX. 1894).

(3) P. Peola : Flora fossile Braidese. Bra. In-8°, 135 p., 4 fig. 1895.

(4) C. von Ettingshausen : Die Formelemente der Europäischen Tertiärbuche (*Fagus Feroniæ* Ung.) (*Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien*, LXI, p. 1-16, pl. I-IV. 1894).

M. F. Krasan a été conduit à des conclusions analogues par l'étude de divers échantillons de Hêtres pliocènes du Cantal (1), appartenant au *Fagus pliocenica* Sap., qu'il regarde comme intermédiaire entre le *F. silvatica* et le *F. ferruginea*, ce dernier se rattachant lui-même à une forme oligocène décrite comme *F. pristina*; le *F. ferruginea* représenterait ainsi un type relativement ancien, qui se serait maintenu en Amérique, tandis que, dans l'ancien continent, son évolution ultérieure aurait donné naissance, d'abord au *F. pliocenica*, puis à notre *F. silvatica* d'une part, et au *F. Sieboldi* du Japon d'autre part.

M. Noé von Archenegg a étudié au même point de vue les formes vivantes et fossiles du Tulipier (2), et a retrouvé sur l'espèce actuelle, à titre plus ou moins anomal, non seulement les formes tertiaires de *Liriodendron*, mais encore les formes crétacées à feuilles dépourvues de lobes latéraux, telles que *Liriodendron Meekii*, *Lir. giganteum*, *Lir. populoides*, avec une série de passages entre celles-ci et les formes munies de lobes latéraux plus ou moins développés. Il ne doute pas qu'on ait affaire là à une espèce unique, qui devrait porter, d'après la loi de priorité, le nom de *Lir. Procaccinii*, créé pour le Tulipier tertiaire, et qui représente la souche de notre Tulipier actuel, dont les formes anomales ne constituent, par le fait, que des manifestations ataviques.

(1) F. Krasan : Die Pliocänbuche der Auvergne (*Denkschr. k. Akad. Wiss Wien*, LXI, p. 45-48, 1 pl. 1894).

(2) A. Noé von Archenegg : Ueber atavistische Blattformen des Tulpenbaumes (*Ibid.*, LXI, p. 269-284, 4 pl. 1894).

(A suivre).

R. Zeiller.

---

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères.

Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Duchartre, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Kharkow.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Février 1898

N° 110

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1898

I. — PRINCIPAUX RÉSULTATS DES RECHERCHES SUR LA ROUILLE DES CÉRÉALES, EXÉCUTÉES EN SUÈDE par **M. Jakob Eriksson** 33

II. — SUR LES LAVANDES CULTIVÉES DANS LES JARDINS, par **M. F. Hy**. 49

III. — SUR LA FLORE DES RÉGIONS ARIDES DU PLATEAU DE MEXICO, par **M. L. G. Seurat** . . . 56

IV. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville** *(suite)* 59

V. — REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE, publiés dans le cours des années 1893-1896 (avec planches), par **M. R. Zeiller** *(fin)*. . . . 69

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 8. — *Blé.*
PLANCHE 9. — *Avoine.*
PLANCHE 14. — *Fève, Blé, Avoine.*

Cette livraison renferme en outre une photogravure dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

PRINCIPAUX RÉSULTATS DES RECHERCHES

SUR LA ROUILLE DES CÉRÉALES

EXÉCUTÉES EN SUÈDE (1)

par M. Jakob ERIKSSON.

Ces recherches sur la Rouille des Céréales ont été commencées en 1890 dans le Champ d'expériences de l'Académie royale d'Agriculture de Suède; les résultats obtenus jusqu'à l'année 1893 ont été publiés dans un Rapport officiel (2) et ceux obtenus de 1894 à 1897 se trouvent exposés dans une série de Mémoires (3).

Je vais résumer ici l'ensemble de toutes ces études et les conclusions générales qui en découlent.

---

(1) L'ensemble des travaux de M. Jakob Eriksson, professeur de Botanique à l'Académie royale d'Agriculture de Suède, a été couronné par l'Académie des Sciences de Paris (*Prix Desmazières*), le 10 janvier 1898. (*Note de la rédaction*).

(2) J. Eriksson et E. Henning : *Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur, sowie Massregeln gegen dielselben.* Stockolm, P. A. Norstedt et Sön., 1896, 463 p. et 14 pl.

(3) J. Eriksson : *Über die Specialisierung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen* (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. 12, 1894, 292-331) — *Über die Förderung der Pilzsporenkeimung durch Kalte* (Centralbl. f. Bakt. u Paras.-Kunde, 1895, Abt. 2, Bd. I, 557-565) — *Ist die verchiedene Widerstandsfähigkeit der Weizensorten gegen Rost konstant oder nicht?* (Zeitsch. f. Pfl.-Krank., 1895, 198-200) — *Welche Grasarten können die Berberitze mit Rost anstecken?* (Ib., 1896, 193-197) — *Welche Rostarten zerstören die australischen Weizenernten?* (Ib. 1896, 141-144) — *Neue Untersuchungen über die Specialisierung. Verbreitung und Herkunft des Schwarzrostes* (Jahrb. f. wiss. Bot., 1896, 377-394) — *Studien über den Hexenbesenrost der Berberitze* (*Puccinia Arrhenatheri Kleb.*) (Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl., 1897, 1-16) — *Vie latente et plasmatique de certaines Urédinées* (Compt.-Rend., 1897, 475-477) — *Der heutige Staud der Getreiderostfrage* (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., 1897, 183-194) — *Einige Bemerkungen über das Mycelium des Hexenbesenrostpilzes der Berberitze* (Ibid., 1897, 228-231) — *Neue Beobachtungen über die Natur und das Vorkommen des Kronenrostes* (Centralbl. f. Bakt u. Paras.-Kunde, 1897, Abt. 2, 291-308) — *Zur Charakteristik des Weizenbraunrostes* (Ib., 245-251) — *Schutzmassregeln gegen die Berberitze* (Zeitschr. f. Pfl -Krankh., 1897, 65) — *Weitere Beobachtungen über die Specialisierung des Getreideschwarzrostes* (Ib., 1897, 198-202) — *Über den Berberitzenstrauch als Träger und Verbreiler von Gelobs. reiderost* (Die landw. Vers.-Stationen, 1897, 83-95).

Tableau systématique des formes de la Rou

Gr

En 1890			
Espèces :	1 **graminis** Pers. (Æc. Berberidis)		2 **rubigo-vera** DC (Æc. Asperifolii)
Variété :	. . . .		. . . .

En 1897			
Espèces : 1 (1) **graminis** Pers. Rouille noire (Æc. Berberidis)	2 **Phlei-pratensis** Er. et Hen. Rouille de Phléole (pas d'æcidium).	3 **glumarum** (Schm.) Er. et Hen. Rouille jaune (pas d'æcidium).	4 **dispersa** Er. et He Rouille brune (Æc. Anchusae)
Formes spécialisées : 1. SECALIS sur *Secale cereale.* *Hordeum vulgare.* » *jubatum.* *Triticum repens.* » *caninum.* » *desertorum.* *Elymus arenarius.* *Bromus secalinus.* 2. AVENÆ sur *Avena sativa.* » *elatior.* » *sterilis.* *Dactylis glomerata.* *Alopecurus pratensis.* *Milium effusum.* *Lamarckia aurea.* *Trisetum distichophyllum.* 3. TRITICI sur *Triticum vulgare.* 4. AIRÆ sur *Aira cæspitosa.* 5. AGROSTIS sur *Agrostis canina.* » *stolonifera.* » *vulgaris.* 6. POÆ sur *Poa compressa.* » *cæsia.*	sur *Phleum pratense.* *Festuca elatior.*	1. TRITICI sur *Triticum vulgare.* 2. SECALIS sur *Secale cereale.* 3. HORDEI sur *Hordeum vulgare.* 4. ELYMI sur *Elymus arenarius.* 5. AGROPYRI sur *Triticum repens*	1. SECALIS sur *Secale cereale.* 2. TRITICI sur *Triticum vulgar* 3. AGROPYRI sur *Triticum repens* 4. BROMI sur *Bromus arvensi* » *brizæfor*

---

(1) Il faut rapporter aussi à cette espèce les formes de la Rouille noire qui sont sur les neuf Graminées suiv *Michelii, Poa Chaixii, P. pratensis* et *Triticum unicum*. Je n'ai encore pu décider de leur place exacte, par sui

Roes Céréales, connues en 1890 et en 1897

PUCCINIA

simplex Kcke	3 **coronata** Corda (Æc. Rhamni)		
5 **simplex** (Kcke) Er. et Hen. Rouille naine (pas d'æcidium).	6 **coronifera** Kleb. Rouille à couronne (Æc. Catharticae)	7 **coronata** (Corda) Kleb. Rouille couronnée (Æc. Frangulæ)	
sur *Hordeum vulgare.*	1. Avenæ sur *Avena sativa.* 2. Alopecuri sur *Alopecurus pratensis.* *Alopecurus nigricans.* 3. Festucæ sur *Festuca elatior.* 4. Lolii sur *Lolium perenne.* 5. Glyceriæ sur *Glyceria aquatica.* 6. Holci sur *Holcus lanatus.* » *mollis.*	1. Calamagrostis sur *Calamagrostis arundinacea.* *Calamagrostis lanceolata.* 2. Phalaridis sur *Phalaris arundinacea.* 3. Agrostis sur *Agrostis stolonifera.* » *vulgaris.* 4. Agropyri sur *Triticum repens.* 5. Holci sur *Holcus lanatus.* » *mollis.*	1. Epigei sur *Calamagrostis Epigeios.* 2. Melicæ sur *Melica nutans.*

flexuosa, Alopecurus nigricans, Elymus glaucifolius, Panicum miliaceum, Phleum Boehmeri, Phl.
uffisance des expériences d'inoculation.

I

Le tableau précédent met en évidence la différence de nos connaissances sur les diverses espèces ou formes de Rouille en 1890 et en 1897.

On voit au premier coup d'œil quelle différence considérable il existe à ce point de vue entre les deux époques. Avant 1890, on ne décrivait que trois espèces de Rouille et une variété ; en 1897, je distingue sept espèces comprenant trente formes différentes, sans compter d'autres formes sur lesquelles je ne suis pas encore fixé expérimentalement.

Les trois espèces connues jusqu'en 1890 étaient :

1° Le *Puccinia graminis*, se trouvant sur les quatre céréales les plus répandues (Froment, Seigle, Avoine, Orge) ;

2° Le *Puccinia rubigo-vera* (*P. straminis*), sur le Seigle et le Froment ;

3° Le *Puccinia coronata*, sur l'Avoine ;

Enfin on avait décrit une variété *simplex* du *P. rubigo-vera*, sur l'Orge.

On avait, de plus, supposé que toutes les Graminées qui portent l'une de ces espèces de Rouille communiquent la maladie de l'une à l'autre. Et il est à remarquer qu'on a observé, en Suède par exemple, le *Puccinia graminis* sur plus de cent espèces différentes de Graminées.

L'état actuel de nos connaissances sur les formes de Rouille est bien différent.

Pour ne parler d'abord que des Rouilles développées sur les quatre céréales citées plus haut, elles se rapportent à cinq espèces différentes qui comprennent ensemble dix formes distinctes. Ce sont les suivantes :

Puccinia graminis (Rouille noire) : une forme sur le Seigle et l'Orge,
une forme sur l'Avoine,
une forme sur le Froment.
Puccinia glumarum (Rouille jaune) : une forme sur le Froment,
une forme sur l'Orge,
une forme sur le Seigle.

Puccinia dispersa (Rouille brune) : une forme sur le Seigle,
une forme sur le Froment.
Puccinia simplex (Rouille naine) : une forme sur l'Orge.
Puccinia coronifera (Rouille à couronne) : une forme sur l'Avoine.

Certaines de ces formes qui se rapportent à une même espèce ne présentent entre elles, ni à l'extérieur, ni au microscope, aucune différence morphologique. On ne peut les reconnaître, par exemple, ni par la grandeur, la couleur ou la distribution des pustules, ni par la structure ou la grandeur des spores. Il existe pourtant une différence réelle dans la nature propre de ces formes, et cette différence est d'un intérêt capital au point de vue pratique. En effet, chaque forme d'une même espèce est invariablement liée à l'espèce de céréale qu'elle attaque — je la nomme *spécialisée* — et ne peut être inoculée qu'à cette céréale. C'est ainsi qu'une paille de Seigle attaquée par la Rouille brune peut communiquer la maladie au Seigle, mais non au Froment; qu'une paille d'Avoine attaquée par la Rouille noire peut communiquer la maladie à l'Avoine, mais non au Seigle, à l'Orge ou au Froment. Il n'y a d'exception à cette règle que pour une forme de Rouille noire qui attaque à la fois le Seigle et l'Orge (1).

Considérons maintenant l'ensemble des Graminées, cultivées ou sauvages, énumérées dans le tableau précédent; on voit qu'elles peuvent être attaquées par trente formes différentes de Rouille et que ces formes appartiennent à sept espèces différentes du genre *Puccinia*.

L'ancienne espèce *Puccinia graminis* a été divisée en deux espèces : *P. graminis* (Rouille noire), dont les æcidies sont sur le *Berberis vulgaris*; et *P. Phlei-pratensis* (Rouille de Phléole), sans æcidies.

L'ancienne espèce *Puccinia rubigo-vera* et sa variété *simplex* forment maintenant trois espèces : *P. glumarum* (Rouille jaune), sans æcidies; *P. dispersa* (Rouille brune), dont les æcidies sont sur les *Anchusa arvensis* et *A. officinalis*; et *P. simplex* (Rouille naine), sans æcidies.

L'ancienne espèce *Puccinia coronata* forme maintenant deux espèces : *P. coronifera* (Rouille à couronne), dont les æcidies sont sur le *Rhamnus catharticus* ; et *P. coronata* (Rouille couronnée), dont les æcidies sont sur le *Rhamnus Frangula*.

---

(1) Quelquefois les pailles de Froment attaquées par la Rouille noire peuvent exceptionnellement contaminer les autres céréales.

Deux formes sont mises à part dans le tableau précédent, parce que les expériences pour déterminer à quelle espèce on doit les rattacher ne sont pas encore terminées.

On comprend facilement, après ce qui vient d'être dit, que la propagation de la maladie de la Rouille d'une Graminée à l'autre se trouve très restreinte par suite de l'existence de ces formes qui sont spéciales chacune à quelques espèces de Graminées seulement, le plus souvent même à une seule. Il est vrai que le Seigle et l'Orge peuvent se contaminer réciproquement par la même forme de Rouille noire, et que cette forme est commune encore à cinq espèces de Graminées sauvages (*Triticum repens*, *T. caninum*, *T. desertorum*, *Elymus arenarius*, *Bromus secalinus*) ; il est vrai aussi que la variété de Rouille noire qui attaque l'Avoine peut provenir de plusieurs espèces de Graminées sauvages (*Avena elatior*, *A. sterilis*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Milium effusum*, *Lamarckia aurea*, *Trisetum distichophyllum*). Mais ce sont là des cas exceptionnels, les huit autres formes de Rouille qui attaquent les céréales et onze autres formes parmi celles qui attaquent les Graminées sauvages sont absolument localisées sur une seule espèce de Graminée. Ainsi donc, sauf pour les deux premières formes de la Rouille noire, on peut dire que la Rouille des céréales ne peut trouver aucune source de maladie dans les Graminées fourragères ou sauvages.

Les caractères de ces formes sont donnés surtout par des essais expérimentaux d'inoculation, avec les urédospores des champignons, telles qu'on les trouve sur les feuilles et les pailles des Graminées. Or, on pourrait se demander si ces essais d'inoculation sont suffisants pour distinguer les formes. On pourrait supposer, par exemple, que toutes les formes spécialisées de la Rouille noire ayant le même æcidium sur l'Epine-Vinette, l'Epine-Vinette serve de passage entre les différentes formes. Ainsi ne pourrait-on pas supposer que la Rouille noire de l'Avoine donne sur l'Epine-Vinette un *Æcidium* non spécial à cette forme, mais dont les spores pourraient donner lieu à toutes les formes d'*Uredo* de Rouille noire. Par un grand nombre d'expériences faites pendant les années précédentes, j'ai démontré qu'il n'en est rien. Ainsi la forme d'*Æcidium* qui, sur l'Epine-Vinette, provient de la Rouille noire de l'Avoine, ne peut se communiquer qu'à l'Avoine seulement ; la forme d'*Æcidium* qui provient de la forme *Puccinia* du Seigle et de l'Orge ne peut être inoculée qu'au Seigle et à l'Orge, etc.

Donc, comme *Puccinia,* comme *Uredo* et comme *Æcidium*, chacune des formes biologiques de la Rouille est absolument distincte et l'intervention de l'æcidiospore n'augmente pas la chance de contagion.

Nous pouvons tirer de ce qui précède les conclusions suivantes :

Les formes de Champignons qui causent les maladies de la Rouille des céréales les plus répandues (Froment, Seigle, Orge, Avoine) *sont au moins au nombre de dix et chacune de ces formes est le plus souvent limitée à une seule céréale ; deux d'entre elles seulement peuvent attaquer aussi quelques Graminées sauvages.*

Par suite, la propagation de la maladie entre les diverses espèces de céréales et entre les Graminées sauvages et cultivées est considérablement restreinte.

II

En examinant le tableau précédent, on voit que la première forme de la Rouille noire (f. sp. *Secalis*) se rencontre à la fois sur le Seigle, l'Orge, le *Triticum repens* et quelques autres Graminées sauvages. Or, dans la Suède moyenne et méridionale, le *Triticum repens* est plus abondamment attaqué par la Rouille noire que toutes les autres Graminées. Il semblerait naturel que les champs de Seigle et d'Orge où se trouve le *Triticum repens* soient très attaqués par cette Rouille ; en fait il n'en est pas ainsi : l'Orge et le Seigle sont relativement peu attaqués par cette forme de Rouille noire.

Je puis d'ailleurs citer des expériences que j'ai faites à ce sujet. Une parcelle d'Orge a été cultivée à côté d'une motte de *Triticum repens* très attaquée par la Rouille noire ; l'Orge est resté indemme bien que les conditions météorologiques de la saison aient été très favorables à la propagation de la maladie. D'autres expériences faites au moyen de pailles attaquées par la Rouille noire et de pieds d'Epine-Vinette ont démontré la faible propagation de la Graminée à l'Epine-Vinette et réciproquement.

Entre diverses variétés d'une même céréale ou même entre les divers pieds d'une même espèce de Graminée sauvage, la propagation de la Rouille est encore très peu considérable. Les cultivateurs ont remarqué que les diverses sortes de Froment sont attaquées par la rouille avec une intensité très différente ; on peut voir une variété dont tous les pieds sont presque entièrement sains, tandis que ceux d'une autre variété sont entièrement détruits par la Rouille.

Je puis citer à cet égard la culture expérimentale suivante. J'ai cultivé sur une petite parcelle de terrain, une variété de Froment (Horsford's Perlweizen) très souvent attaquée par la Rouille jaune ; tout autour de cette parcelle, sur cinq autres petits terrains, je semais cinq autres variétés de Froment bien connues comme étant très peu attaquées par la même Rouille. La variété Horsford's Perlweizen cultivée sur la parcelle du milieu a montré des traces de Rouille jaune le 11 mai ; trente-trois jours après cette Rouille était très développée et dix jours après elle avait atteint son maximum d'extension. Au bout de la première période de trente-trois jours les Froments des parcelles environnantes étaient encore complètement indemnes et à la fin deux parcelles restant complètement saines, les trois autres ne montraient que de très faibles traces de Rouille. Toutes ces variétés de Froment avaient été semées le même jour et les pluies avaient été abondantes à la fin de mai et au commencement de juin. D'autres expériences faites pendant l'été 1896 m'ont donné des résultats analogues pour diverses sortes de Froment inégalement attaquées par la Rouille brune.

Enfin il n'est pas rare d'observer que la Rouille se propage très peu d'un pied à l'autre de la même espèce de Graminée sauvage. Ainsi, le long d'une route on trouve souvent des mottes de *Festuca elatior* envahies par le *Puccinia coronata*, alternant avec des mottes de la même espèce complètement indemnes ; ou encore des pieds de *Brachypodium silvaticum* attaqués par le *Puccinia Baryi* au milieu d'autres bien sains, etc.

On peut conclure de ce qui précède les énoncés suivants :

La propagation de la Rouille est souvent peu considérable : 1° entre *les Graminées d'espèce différente qui peuvent porter la même forme spéciale de Rouille; 2° entre la plante à æcidiospores et la plante à urédospores et téleutospores; 3° entre les diverses sortes d'une même espèce de céréale ou entre les divers pieds d'une même espèce de Graminée sauvage.*

III

En constatant la propagation peu considérable de la Rouille jaune d'une sorte de Froment à une autre, j'ai pensé à examiner d'une manière détaillée la faculté germinative des spores. Il résulte de mes recherches que chez beaucoup de formes de Rouille la germination des urédospores et des æcidiospores est très capricieuse; parfois la germination ne se produit pas, même lorsque les spores ont été immergées dans l'eau pendant quatre ou cinq jours. C'est ce qui a lieu, par exemple, avec des urédospores de *Puccinia glumarum* et des æcidiospores de *Puccinia graminis.*

Je me suis demandé si certaines circonstances ne pourraient pas favoriser cette germination difficile. Du temps des anciens Romains, on trouve l'indication que les agriculteurs avaient remarqué qu'une alternance de nuits froides et de jours chauds est favorable au développement de la Rouille. C'est cette observation ancienne qui m'a donné l'idée de refroidir les spores en les mettant dans de la glace pendant quelque temps. Dans plusieurs expériences, ce refroidissement a favorisé la germination, et même les spores de certaines formes n'ont pu être inoculées qu'après qu'on eut éveillé leur faculté germinative par cette méthode de refroidissement.

De ce qui précède, on peut tirer la conclusion suivante :

Le pouvoir germinatif des urédospores et des æcidiospores est souvent très faible ou au moins capricieux.

IV

Dans une certaine mesure, la germination difficile ou capricieuse des spores peut servir à expliquer la faible propagation de la maladie; toutefois l'explication n'est pas complète, car même chez les formes où les spores germent régulièrement et facilement, la dispersion de la maladie est toujours très limitée. Il y a donc lieu de chercher encore une autre cause qui entrave la propagation.

Pour expliquer l'invasion de la Rouille et sa propagation dans les champs de Céréales on ne s'est généralement pas préoccupé de la distance qui existe entre un champ cultivé et la source présumée de la maladie. On croyait généralement qu'un arbrisseau d'Epine-Vinette pouvait infester la contrée environnante en un temps très court. On a même trouvé dans l'Inde de la Rouille noire sur des champs de Froment sans qu'il y eut d'Epine-Vinette à moins de 300 milles anglais (dans les montagnes de l'Himalaya). Cependant on trouve quelquefois chez les auteurs des opinions différentes sur cette question ; plusieurs d'entre eux n'admettent pas la propagation rapide à d'aussi grandes distances. C'est ainsi qu'en 1875, M. Julius Kühn, très compétent dans la question de la Rouille, a publié à Halle un rapport officiel dans lequel il regarde la distance de cent mètres entre l'Epine-Vinette et le champ de céréales comme une distance suffisante pour empêcher la propagation de la maladie.

J'ai fait beaucoup d'essais expérimentaux afin de déterminer la distance nécessaire à la protection des champs de céréales contre l'envahissement par les æcidiospores, et même à la contamination des Graminées entre elles. Mes recherches ont porté soit sur la propagation de la maladie provenant de pailles rouillées, au printemps, sur les *Berberis*, *Rhamnus*, etc., soit au contraire sur la propagation en sens inverse, en été, c'est-à-dire des *Berberis*, *Rhamnus*, etc., à diverses Graminées cultivées, soit enfin à la transmission d'une Graminée à une autre. Ces essais méthodiques ont été poursuivis pendant plus de cinq années.

J'ai étudié, par exemple, l'apparition de la Rouille noire sur le *Triticum repens* à des distances variées de buissons d'Epine-Vinette. Je n'ai pu constater qu'à une faible distance la propagation de la Rouille dans ces conditions. La distance maxima à laquelle la propagation pouvait se produire était seulement de dix à vingt-cinq mètres.

C'est à la suite de ces expériences que l'Académie royale d'Agriculture de Suède a envoyé une circulaire prescrivant la destruction de toute Epine-Vinette sauvage ou cultivée à une distance de cinquante mètres autour des champs de Céréales.

On peut conclure de ce qui précède, que :

La propagation de la Rouille dépend de la distance entre les plantes contaminées et les plantes saines. Cette distance n'est jamais considérable.

V

Des expériences faites de 1890 à 1894 m'ont fait voir que les téleutospores de la Rouille noire ne peuvent germer que lorsqu'elles ont été exposées à l'air et dans les circonstances naturelles qui se produisent en hiver, froid, neige ou pluie ; il en résulte que la paille rouillée placée dans des granges ou dans l'intérieur des meules n'est pas à craindre pour la propagation de la maladie.

De nouvelles expériences faites en 1896 et en 1897 m'ont permis de découvrir un fait intéressant au sujet de la germination des téleutospores. Les téleutospores formés l'année précédente sont les seules qui puissent germer au printemps suivant. Par conséquent les pailles rouillées qui ont plus d'un an ne peuvent propager la maladie.

On peut donc conclure que :

La faculté de germination des spores d'hiver (téleutospores) dépend de certaines circonstances extérieures et que les téleutospores ne peuvent germer qu'au printemps qui suit leur formation.

VI

Des différentes conclusions qui précèdent : multiplicité des formes de Rouille spéciales à telle ou telle espèce de Graminées, propagation souvent peu considérable d'une plante à l'autre, germination difficile ou capricieuse des æcidiospores et des urédospores, absence de contamination au-delà d'une distance peu considérable, limitation de la faculté germinative des téleutospores, on peut déduire que l'opinion actuellement régnante sur l'origine et la propagation de la Rouille des Céréales et même des autres maladies parasitaires des plantes se trouve ébranlée.

On admet, en effet, que c'est uniquement la dispersion de germes contagieux toujours nouveaux qui forment continuellement des centres, également nouveaux, de propagation de la maladie. Chacune des cinq conclusions précédentes constitue par elle-même une objection partielle à cette manière de voir.

Il ne suffit pas cependant d'un ensemble de résultats négatifs pour détruire l'opinion actuellement répandue sur l'origine de l'envahissement de la Rouille par des spores venant de l'extérieur, il est nécessaire de chercher une autre cause positive déterminant la source et la transmission de la maladie. Mon intention a d'abord été appelée sur deux ordres de faits d'observation très faciles à constater et qui n'en sont pas moins d'une importance considérable.

1° *La Rouille jaune apparaît régulièrement et en abondance sur certaines variétés de Froment et d'Orge, quatre ou cinq semaines après l'ensemencement.*

2° *L'intensité de la Rouille jaune s'est souvent montrée plus considérable dans les parties ensoleillées d'un champ que dans les parties ombragées du même champ.*

VII

Ces deux observations, vérifiées par de nombreuses expériences que j'ai faites sur les diverses circonstances d'apparition de la maladie, me firent supposer que le germe de la maladie existe dans la plante elle-même.

Il s'agissait de décider expérimentalement si cette supposition était justifiée.

Des pousses d'une variété de Froment d'automne, très disposée à la Rouille jaune, provenant de grains semés à l'arrière-saison, furent renfermées au commencement du printemps, aussitôt après la fonte des neiges, dans de longs et larges tubes de verre bouchés aux deux extrémités avec du coton; au bout de six à huit semaines, on vit apparaître des taches de Rouille jaune sur leurs feuilles.

Dans ce cas il était impossible d'expliquer l'origine de la Rouille par une contagion extérieure, ni avant que les pousses fussent mises dans les tubes, ni pendant qu'elles continuaient à se développer dans ces tubes. Or, deux hypothèses peuvent être faites sur l'origine de la maladie :

Ou bien le germe de la Rouille a pénétré dans les jeunes feuilles lorsque les grains germaient pendant l'arrière-saison, la Rouille jaune venant de spores d'hiver qui germaient en même temps ;

Ou bien, l'origine de la maladie est dans la plante mère qui l'a transmise par les grains.

Afin de décider entre ces deux hypothèses, j'ai institué d'autres expériences. J'ai fait construire des caisses spéciales permettant de faire des cultures isolées où les grains pourraient germer dans un sol privé de tout germe par une stérilisation préalable, et dans lesquelles les plantes pourraient être, pendant tout le temps de leur développement, mises à l'abri de toute contamination extérieure à l'aide de coton. Des cultures expérimentales établies de cette manière dans des caisses de construction variée ont été exécutées avec du Froment et de l'Orge pendant ces quatre dernières années. La figure 15 présente une culture de ce genre. Dans cette culture les caisses avaient des doubles parois de verre, l'espace intermédiaire étant rempli par un courant d'eau froide, afin de modérer la température. Cette culture a été exécutée pendant l'année 1895.

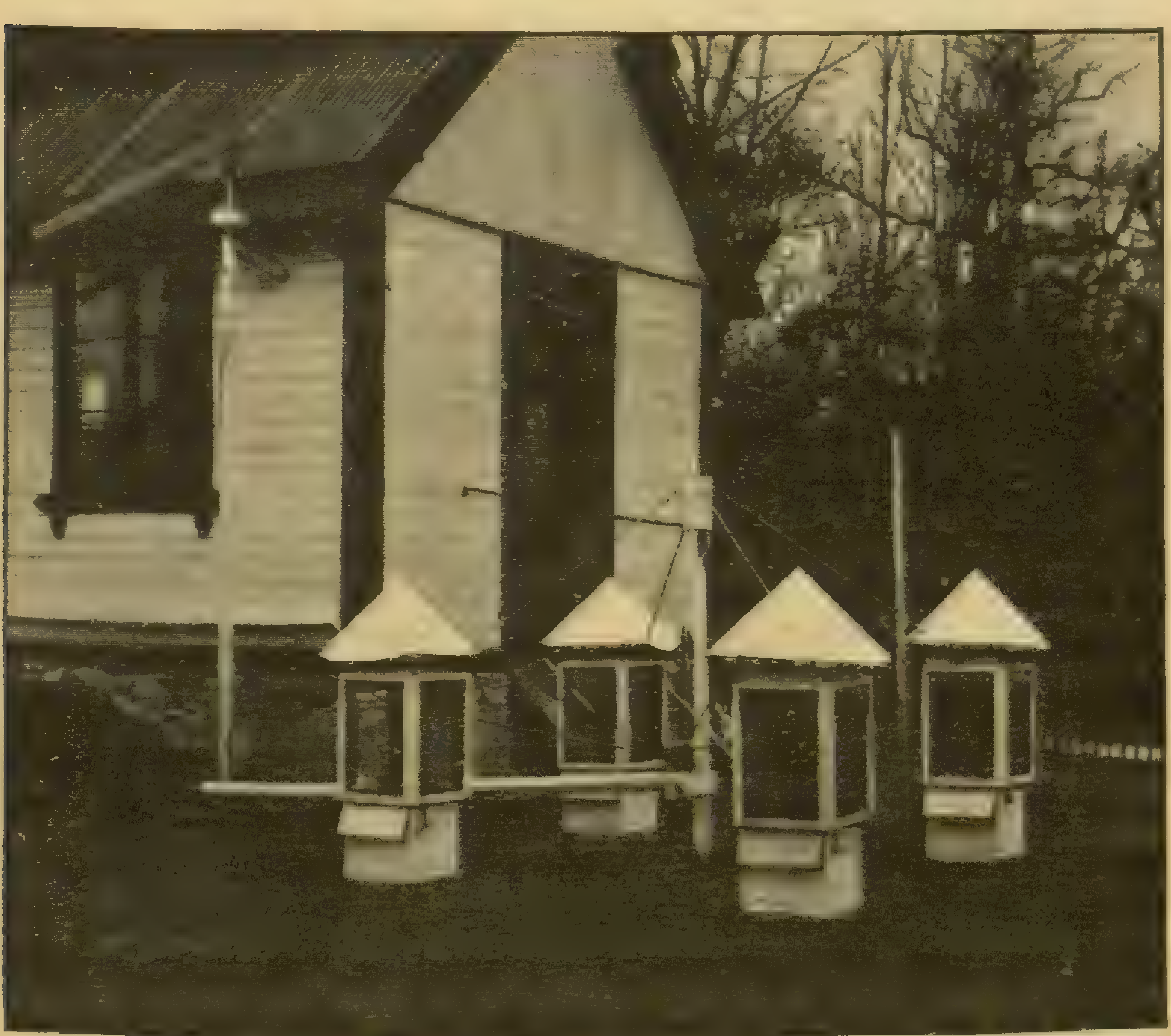


Fig. 15. — Culture expérimentale de céréales en milieu stérilisé.

On peut énoncer ainsi le résultat obtenu :

Des pieds d'Orge d'une variété très disposée à la Rouille jaune, prove-

nant de grains semés en sol stérilisé et isolés dès le début et pendant leur développement de toute contamination extérieure dans les caisses de cultures expérimentales, ont été dans plusieurs cas envahis par la Rouille au bout de six à huit semaines.

Ces expériences démontrent que la maladie ne peut provenir que d'un germe contenu dans le grain lui-même et hérité de la plante maternelle.

Mais une question nouvelle se pose. Sous quelle forme se trouve ce germe interne de maladie ? Il n'est pas facile de l'observer et de le suivre à l'aide du microscope. Ce fut en vain que je cherchai à le constater jusqu'au moment de l'apparition des premières taches.

A cette époque, j'ai pu faire, à l'aide d'un grossissement puissant, l'observation suivante.

Dans le voisinage immédiat des premières taches de la Rouille jaune, les cellules à chlorophylle renferment des corpuscules spéciaux plasmatiques, d'une forme oblongue, le plus souvent un peu recourbés, solitaires ou réunis dans chaque cellule.

Je suis amené à considérer ces corpuscules plasmatiques, flottant librement dans la cellule, comme étant la forme primordiale sous laquelle le plasma du Champignon s'individualise. Avant d'apparaître sous cette forme, il a vécu d'une vie latente ; c'est ce qu'on pourrait appeler l'*état mycoplasmatique* du Champignon ; il était dans le protoplasma de la plante hospitalière et, mêlé à lui, constituait une sorte de symbiose. A un certain moment, et sous l'action des agents extérieurs, les deux êtres intimement mêlés se séparent ; on voit apparaître d'abord des corpuscules figurés, puis un mycelium. Le Champignon est entré dans l'état où nous le connaissons depuis longtemps déjà, c'est-à-dire dans son *état mycelien*. Ses spores ne tardent pas à se former.

La transmission possible de la maladie par hérédité étant ainsi démontrée, il n'en est pas moins vrai que la première des deux hypothèses que j'ai faites précédemment pourrait aussi être exacte, c'est-à-dire que le germe intérieur pourrait provenir, dans certains cas, de spores d'hiver contaminant les grains germant. Cette importante question n'est pas encore claire et il s'écoulera probablement plusieurs années avant qu'elle soit résolue.

On peut déduire des recherches précédentes les deux conclusions principales suivantes :

I. — Origine de la Rouille

L'origine de la Rouille des céréales peut provenir :

1° *D'un germe interne de maladie, dans la céréale elle-même.*

Pour certaines variétés de céréales, ce germe provient en effet de la plante mère, et vit dans le grain et même assez longtemps dans la plante, d'une vie latente et mycoplasmatique.

2° *De contamination extérieure* provenant de pieds voisins malades.

II. — Intensité de la Rouille

L'intensité de la maladie dépend :

1° *De l'énergie avec laquelle les circonstances extérieures* (de temps, de sol, d'engrais, etc.) *sont capables de transmettre le Champignon de l'état latent mycoplasmatique à l'état mycélien et visible ;*

2° *De l'intervention de nouvelles matières contagieuses du dehors.*

La source extérieure de la maladie est loin d'avoir l'importance qu'on lui attribuait.

L'ensemble de toutes les recherches que je viens de résumer, me fait voir qu'il faut modifier sur plusieurs points importants les idées généralement répandues sur la propagation de la Rouille. Beaucoup de faits qui semblaient inexplicables sont élucidés par le résultat obtenu. Mais il faut dire que ce n'est là qu'un commencement de solution; il faut maintenant des efforts continus poursuivis en grand dans des expériences agricoles, pour se rendre maître de la maladie au point de vue pratique.

Ainsi, par exemple, la disposition particulière du Blé de Horsford's à la Rouille jaune, et la résistance du Blé de Squarehead à cette même Rouille peuvent tenir à ce que la première variété transmet le Champignon par les grains, tandis que cette transmission ne se fait pas par la seconde. Il y aurait lieu de rechercher s'il serait possible par le croisement de certains Blés d'obtenir des races qui unissent une grande résistance à la Rouille, à une endurance suffisante contre le froid. Peut-être que la culture en certaines localités s'oppose à l'hérédité de la maladie par la graine, et si cela était, on pourrait y cultiver des céréales pour produire des semences indemnes de Rouille; il est possible aussi que certains engrais, certains traitements du sol arable, l'époque des semailles influent sur la non transmission de la maladie.

C'est dans ce but que le ministre de l'Agriculture de la Prusse a fait faire des essais dans les stations agronomiques de l'empire allemand pour chercher les conséquences pratiques des expériences que je viens de résumer. Il y a lieu de croire que cet exemple sera suivi par les autres États de l'Europe. Si ce travail commun est poursuivi avec méthode, on peut espérer que dans un temps peu éloigné la Rouille des céréales sera, sinon complètement supprimée, du moins atténuée dans des proportions considérales.

SUR LES LAVANDES CULTIVÉES DANS LES JARDINS

par **M. F. HY.**

C'est à l'illustre auteur de la *Flore française* que l'on doit la reconnaissance définitive des deux espèces confondues par Linné sous le nom de *Lavandula Spica*. De Candolle démontra qu'il fallait distinguer à titre spécifique les variétés α *angustifolia* et β *latifolia* du *Species Plantarum*, comme l'avaient fait autrefois Daléchamp et J. Bauhin, et plus récemment Villars et Miller.

Il pensait de plus que de ces deux variétés élevées au rang d'espèces, la seconde méritait plutôt de conserver le nom de *L. Spica*, comme étant le véritable Spic mâle ou l'Aspic des Provençaux, tandis que la première, la vraie Lavande, devait prendre celui de *L. vera*. (Fl. Franç., t. V, p. 397).

Cette réforme dans la nomenclature, à une époque où les lois n'en étaient pas encore fixées avec précision, parut excessive à beaucoup de naturalistes qui n'adoptèrent pas les noms nouveaux proposés par de Candolle, tout en admettant la justesse de son observation. De ce premier fait est résultée une confusion extrême qui a régné jusqu'ici dans la terminologie du genre.

De Candolle, enfin, allait plus loin, et, considérant la Lavande cultivée dans les jardins du Nord, il l'assimilait complètement à l'un des deux types spontanés qu'il avait reconnus dans la région méditerranéenne ; d'après lui, elle se rapportait à son *L. vera*.

Il est certain que l'espèce plus méridionale et moins rustique du *L. latifolia* Villars (*L. Spica* DC.) est fort peu répandue en dehors du pays des Oliviers ; ce qui s'explique aisément, si, à une latitude plus élevée, elle est fréquemment détruite par les hivers rigoureux (1).

Mais, lorsqu'on examine avec attention les Lavandes cultivées de temps immémorial dans les jardins, ceux surtout dépendant des anciens châteaux et des vieux cloîtres, on est frappé de la diversité, soit de leurs formes, soit de leur mode de végétation. Il est peu probable que leur origine et leur nature soient aussi simples qu'on a bien voulu l'admettre jusqu'ici.

---

(1) Elle est cependant indiquée par de Lacroix, et après lui par Boreau, comme naturalisée sous le climat de la Touraine, au Grand-Pressigny (Indre-et-Loire).

C'est la question que je me propose de traiter dans cette note, en comparant ces diverses formes cultivées avec celles non moins nombreuses qui ont été signalées à l'état spontané dans la flore méditerranéenne par les botanistes récents.

Cette recherche doit avoir pour point de départ l'analyse minutieuse des traits d'organisation qui séparent les deux types Candolliens. Elle mettra en évidence l'existence entre eux de toute une série de formes intermédiaires présentant les caractères d'une descendance croisée à divers degrés.

LAVANDULA VERA DC. (*L. Spica* α *L.*)	LAVANDULA LATIFOLIA Villars (*L. Spica* β *L.*)
Tige ligneuse et s'élevant avec l'âge à un pied et plus de hauteur.	Tige basse, à ramification serrée et faiblement lignifiée.
Feuilles subitement rétrécies près de leur base, dépassant la longueur des entrenœuds, celles des ramuscules stériles plus étroites que celles des rameaux florifères.	Feuilles atténuées depuis le tiers supérieur, plus courtes que les entrenœuds au sommet de la tige; celles des ramuscules stériles plus larges que celles des rameaux florifères.
Inflorescence spiciforme en thyrse obtus, cylindracé, simple ou rameaux très courts et dressés.	Inflorescence en thyrse atténué avec deux ou quatre rameaux basilaires allongés et étalés à 45°.
Bractées courtes, scarieuses et subitement apiculées, à nervures latérales distinctes en éventail.	Bractées vertes, épaisses et linéaires, sans nervures latérales distinctes.
Bractéoles nulles, ou rudimentaires, ou caduques.	Bractéoles distinctes et persistantes.
Calice laineux à poils hérissés.	Calice tomenteux à poils appliqués.
Floraison hâtive dans le courant de juillet.	Floraison plus tardive de près d'un mois.

La Lavande cultivée le plus fréquemment dans les jardins ne correspond réellement à aucun des deux types. Nous avons vu que de Candolle, et beaucoup d'autres après lui, l'ont confondue avec le *L. vera*. En fait, c'est de cette dernière qu'elle se rapproche le plus, par ses bractées élargies à la base, par ses rameaux fertiles nés l'année précédente et déjà subérisés aux entrenœuds inférieurs au moment de la floraison, par ses feuilles toujours plus étroites sur les pousses stériles, par sa tige, enfin, très allongée et lignifiée, pouvant atteindre et dépasser même un mètre de hauteur. Mais on y remarque, d'autre part, des traits qui rappellent immédiatement le *L. latifolia*, des bractées entièrement vertes, plus longues que larges, et surtout la présence ordinaire de un ou deux ramuscules floraux allongés, escortant à la base l'inflorescence terminale.

Si l'on ajoute que la plante reste habituellement stérile, on aura un dernier indice très frappant d'hybridité.

L'origine doit en être très probablement attribuée à la culture, sinon à l'action immédiate de l'homme. On sait que le seul fait de cultiver ensemble diverses espèces de Lavande peut déterminer des germinations de graines hybridées. Le phénomène, maintes fois constaté, s'est vérifié, notamment à Angers, en 1890, dans des conditions d'une clarté parfaite entre deux types pourtant fort éloignés, en apparence, *L. latifolia* et *L. dentata*. Cette curieuse forme intermédiaire a été distribuée, en 1895, dans les *exsiccata* de la Société franco-helvétique, N° 422, sous le nom de *Lavandula Allardi*.

On s'explique aisément que ces plantes, toutes stériles qu'elles sont, puissent se maintenir dans les cultures, grâce à leur facilité d'être multipliées par division. Il est tout aussi facile de concevoir, en outre, pourquoi, dans le cas présent, l'hybride qui nous occupe a pu devenir prédominant, car c'est une conséquence naturelle de sa rusticité. L'expérience a montré qu'il résiste au froid de certains hivers rigoureux, alors que les deux parents sont détruits : il suffit donc que pareille sélection naturelle se soit répétée un certain nombre de fois pour avoir assuré la diffusion vers le Nord d'une forme mieux adaptée aux basses températures.

Les qualités ornementales de cette belle plante, ses longues inflorescences, sa fréquente refloraison à l'automne, auraient pu suffire d'ailleurs à lui attirer la préférence des jardiniers, et à déterminer ainsi en sa faveur une sélection artificielle.

Il n'est pas rare toutefois de rencontrer spécialement dans les cultures récentes et dans les jardins botaniques le type même du *Lavandula vera* DC, et c'est quelque fait isolé de cette nature qui aura, sans doute, fixé l'opinion des auteurs précités. Mais ce qui est plus fréquent encore c'est d'y trouver d'autres formes ambiguës qui n'appartiennent exactement ni à l'hybride principal ni à l'espèce typique. Il est curieux de constater que cette série d'intermédiaires marque un rapprochement constant vers le *L. vera.*

Bien d'autres formes, hybrides aussi, se sont produites spontanément dans la région méditerranéenne, et divers botanistes, les considérant comme autonomes, ont prodigué pour elles les noms spécifiques. Il resterait à étudier ces produits directs de la nature dans leur patrie d'origine, afin de mettre en pleine lumière leurs affinités. L'esquisse que j'essaierai d'en présenter ici en finissant, résulte de simples comparaisons d'herbiers, aussi devra-t-elle, sans doute, être rectifiée pour plus d'un détail. C'est en effet sur le vif seulement que l'observateur peut saisir les véritables relations des plantes affines, et encore à la condition de les suivre dans leurs différents états de développement.

Les botanistes qui envisagent l'espèce d'une manière large ont unanimement rapporté comme simples synonymes au *L. vera* ces créations récentes. Ainsi Loret et Barrandon, dans la *Flore de Montpellier*, lui rattachent les *L. officinalis* Chaix, et *L. fragrans* Jordan. Grenier et Godron (*Flore de France*) réunissent au même type le *L. pyrenaica* DC. ; enfin, dans le *Conspectus Floræ Europæ* Nymann adopte complètement cette manière de voir ; nos meilleures flores ne font pas allusion à l'influence de l'hybridité.

Pourtant des faits de cette nature ont à diverses reprises frappé quelques botanistes herborisants. M. Reverchon a distribué sous le nom provisoire, mais caractéristique, de *L. hybrida* une plante récoltée par lui à Flassau (Vaucluse); M. Albert a nommé *L. Spica-latifolia* une autre qui a paru sous le n° 932 du *Flora selecta* de M. Ch. Magnier.

A la seule inspection des caractères morphologiques on peut conjecturer que les échantillons hybrides ne doivent pas être rares dans le pays des Lavandes ; citons comme exemple les suivantes :

1° *Lavandula pyrenaica* DC. ; il est probable seulement que l'origine en est complexe, car la largeur des bractées, leur coloration et la légère saillie qu'elles présentent au sommet du thyrse semblent indiquer une affinité quelconque avec le *L. Stæchas* ; nous n'en parlerons pas ici.

2° *Lavandula officinalis* Chaix ; dans la pensée de son auteur, cette plante pouvait bien être tout simplement la même dont de Candolle fit plus tard son *L. vera*; mais l'application courante qu'on fait actuellement de ce nom comprend des formations hybrides, surtout dans celles qu'on rapporte à la var. *planifolia.* Les échantillons publiés par Verlot sous le N° 2210 de la Société Dauphinoise sont doublement instructifs, en ce qu'ils nous font connaître la plante de Chaix, et celle que le même collecteur avait publiée précédemment sous le nom de *L. fragrans* dans le *Catalogue du jardin de Grenoble;* d'après son témoignage, ce sont de purs synonymes.

3° *Lavanda fragrans* Jordan ; c'est bien encore un hybride appartenant à la même série, bien qu'il soit difficile d'être fixé sur son compte. La raison principale tient à l'insuffisance de la diagnose donnée par l'auteur, car cette description, toute longue qu'elle soit, omet précisément les caractères qu'il serait plus important de mettre en relief. D'autre part, les *exsiccata* qui en ont été publiés ne sont pas conformes : ceux parus sous le N° 531 de la Société Franco-Helvétique, en 1895, semblent très semblables, sinon identiques, au *L. officinalis* Chaix ; celui distribué par la Société Rocheloise en 1891 (N° 3126) diffère notablement ; c'est une plante à revoir sur des spécimens authentiques.

Notons que ces hybrides spontanés montrent une tendance très nette à se rapprocher du *Lavandula vera* comme ceux provenant des cultures.

Certains de ces derniers, obtenus par le semis de quelques achaines accidentellement fertiles, finissent par ne plus différer du type que par des feuilles planes et un peu plus élargies. Ils ressemblent exactement à la forme appelée *L. delphinensis* par Jordan. Il ne faudrait pas conclure que cette dernière résulte nécessairement d'une hybridation ; elle peut être une simple variété de *L. vera.* Ainsi s'expliquerait, par exemple, sa large dispersion dans la vallée de Barcelonnette, où le vrai *L. latifolia* n'est actuellement représenté nulle part.

Un petit nombre d'échantillons d'herbier, dont la nature hybride semble assez indiquée, se rapprochent davantage, au contraire, du *Lavandula latifolia :* ils doivent être plus rares, si l'on en juge par les documents qui s'y rapportent.

1° Une plante récoltée par Féraud à Carpentras montre, contrairement au type, des feuilles plus larges sur les tiges florifères que sur les rejets stériles (*L. Feraudi* in herb.).

2° Une autre recueillie par M. Guillon dans les Pyrénées-Orientales et publiée sous le n° 1326bis de la Société Dauphinoise, possède un thyrse simple avec des feuilles toutes de même largeur. (*L. Guilloni* in herb.).

3° Enfin, il faut joindre ici, sans doute, diverses créations de Jordan qui me sont imparfaitement connues, et que ce botaniste range près du *L. latifolia* : *L. erigens* à bractées dépassant les calices, et les *L. inclinans* et *interrupta* dont les inflorescences sont simples (1).

Cette énumération très sommaire laisse aux botanistes du Midi un large champ de recherches. Elle montre, du moins, qu'il doit exister ici de nombreuses formes en série, conséquence habituelle de l'hybridation spontanée, chaque fois qu'elle se produit de temps immémorial dans une même région entre deux types distincts et largement représentés.

Malgré son origine cultivée, la plante qui fait le principal objet de cette note mérite-t-elle de porter un nom distinct ? Tel est notre avis, d'autant plus que pas un des hybrides spontanés connus ne peut lui être exactement assimilé.

Ce *Lavandula hortensis* rentre indubitablement dans la série que l'on peut, d'une façon générale, appeler *L. vera*×*latifolia*, mais il diffère des termes voisins par des caractères notables, comme il ressort de la diagnose suivante :

LAVANDULA HORTENSIS *caule elato, lignoso denudato ; foliis planis, latiusculis, in petiolum longe attenuatis ; thyrso elongato, attenuato, longe pedunculato uno vel altero ramulo basilari sœpius stipato ; bracteis viridibus ovato-lanceolatis, floribunda sed sterilis.*

Nous terminerons enfin cette étude par un tableau d'ensemble où seront rapprochés par ordre d'affinité probable les hybrides dont il vient d'être question.

---

(1) Je m'abstiens de parler ici, faute d'en connaître autre chose que le nom, des *L. Guinardi* Gandoger et *L. Cladophora* Gandoger.

LAVANDULA. — SECT. *SPICA* Bentham.

I. Bractées vertes, linéaires, sans nervures latérales distinctes, non dilatées à la base, et révolutées aux bords. Bractéoles de même forme, vertes et persistantes, seulement plus petites.

A. Thyrse avec 2 longs rameaux basilaires.

L. LATIFOLIA Villars. — Feuilles plus larges sur les rameaux stériles.

× *L. Feraudi* — Feuilles des rameaux stériles étroites.

B. Thyrse simple ou à rameaux très courts.

× *L. Guilloni* (Soc. Dauphin., n° 1326 bis).

II. Bractées vertes, élargies à la base, mais bien plus longues que larges. Bractéoles distinctes, mais souvent caduques et scarieuses.

A. Thyrse souvent avec 2 rameaux basilaires assez allongés ; paire supérieure des feuilles séparées des autres par un long entrenœud.

× *L. hortensis* hybrid. nov.

B. Thyrse sans rameaux basilaires, ou à ramuscules très courts ;

a. — Feuilles supérieures dépassant beaucoup les entrenœuds. Thyrse long et un peu atténué.

× *L. hybrida* Reverchon (*L. Spica-latifolia* Albert in exsicc. Magnier, 932).

b. — Feuilles supérieures égalant sensiblement les entrenœuds : thyrse lâche et obtus.

× *L. fragans* Jordan (Soc. Rochelaise, n° 3126). Feuilles inférieures de la tige élargies.

× *L. officinalis* Chaix, pr. p. (*L. fragans* Verlot, in Soc. Dauphin., 2210). Feuilles toutes assez étroites mais planes.

III. Bractées plus ou moins scarieuses ou membraneuses, planes aux bords, souvent courtes, avec nervures latérales visibles et divergentes en éventail. Bractéoles nulles ou rudimentaires.

L. VERA DC. — Feuilles révolutées aux bords.

var. *delphinensis* Jordan. Feuilles planes aux bords.

LA FLORE DES RÉGIONS ARIDES
DU PLATEAU DE MEXICO

par **M. L. G. SEURAT**

Les hauts plateaux du Mexique sont un lieu très favorable pour l'étude de la résistance des êtres à la sécheresse. Les environs de Mexico offrent un grand nombre de coulées basaltiques très épaisses (Pedregal, Ixtapalapa, etc.), exposées au soleil tout le jour, et où la température est très forte. J'ai noté en février, sur un mur blanc de mon jardin, des températures de 42° C. De plus, ces endroits sont complètement arides : pendant sept mois il n'y tombe pas d'eau. La quantité d'eau recueillie à l'Observatoire météorologique central de Mexico pendant la saison sèche (du 1er novembre au 31 mai), est de 9 centimètres ; la tension moyenne de la vapeur d'eau est, à l'ombre, de 6 millimètres. Si l'on tient compte que ces nombres sont encore trop forts pour les régions que nous examinons, on voit que l'atmosphère y est d'une grande sécheresse; nous avons donc dans ces lieux une température égale à celle des Terres chaudes, mais pas cette humidité intense qui rend la végétation des Terres chaudes si luxuriante.

La végétation très spéciale établie sur ces laves, *pendant la saison sèche*, va faire l'objet de cette note. Cette flore, très pauvre, à cette époque, se compose : de Cactées ; d'une Amaryllidée, l'*Agave Americana ;* d'une Anacardiacée, le *Schinus molle :* d'une Composée, le *Senecio præcox ;* enfin, d'une Ortie, d'une Labiée, de Fougères et de quelques Lichens.

1. *Cactées*. Les plantes appartenant à cette famille sont :
    - *Opuntia Tuna*, arborescent ;
    - *Opuntia tunicata*, à piquants tuniqués, recourbés en crochet ;
    - *Mammillaria ;*
    - *Cereus.*

Ces plantes, grâce à leur cuticule et à leurs piquants, consomment, avec une grande parcimonie, la provision d'eau accumulée dans la saison humide. Un exemplaire d'*Opuntia Tuna*, pesant

1589 gr., exposé sur un toit en plein soleil, en mars, perd environ 11 gr. 5 de son poids par vingt-quatre heures; si au contraire on opère sur un échantillon dont on a coupé les épines à la base, sans faire de blessure, la perte d'eau est doublée.

Les Mammillaires ont leur tige charnue presque entièrement cachée dans le sol.

Toutes ces Cactées ont des racines extrêmement longues, traçantes dans les *Opuntia* ; ces racines, courant entre les interstices de la lave, puisent la presque totalité de l'eau qui existe dans le sol. Ces Cactées peuvent ainsi attendre la saison des pluies ; c'est d'ailleurs pendant la saison sèche qu'elles fleurissent.

2. *Agave americana.* — Le Maguey est ici dans son lieu de prédilection, sa cuticule épaisse le protège suffisamment contre la trop grande perte d'eau. Cette cuticule est très résistante ; les Aztèques s'en servaient en guise de parchemin : il existe au Musée de Mexico un grand nombre de tableaux aztèques peints sur des cuticules d'*Agave,* en particulier un plan de la ville.

3. *Schinus molle.* — Le *Schinus molle* ou arbre du Pérou, possède des feuilles pennées dont les folioles ont une cuticule vernie. La racine est très longue, courant à la surface du sol pour aller se ramifier ensuite à son intérieur. L'existence de cette racine traçante, très grande, est la raison pour laquelle le *Schinus* est exclu des jardins.

4. *Senecio præcox.* — Cette Composée a un aspect bizarre : la tige droite sur 1 mètre 50 environ, se ramifie un petit nombre de fois, et chacune des ramifications se termine par un groupe d'inflorescences. La plante, au moment où elle est en fleurs (janvier, février) ne porte pas de feuilles; ce n'est qu'après la chute des fleurs que les feuilles paraissent. C'est cette particularité qui a fait donner à l'espèce son nom; elle s'explique par la nécessité qu'a la plante de ne pas dépenser trop d'eau à la fois, ce qui arriverait fatalement si la plante avait en même temps des fleurs et des feuilles. Les feuilles, palminerves, longuement pétiolées, ont leur surface très fortement vernissée; elles sont d'ailleurs en petit nombre, à l'extrémité de chacun des rameaux. La tige est complètement dépourvue de feuilles sur tout son parcours : elle est d'ailleurs verte; son écorce très épaisse la protège bien contre le soleil; elle contient

des réserves d'eau accumulées dans la moelle. De plus cette tige contient des canaux sécréteurs corticaux qui renferment un liquide à odeur caractéristique; si on blesse la tige, la plaie est aussitôt cicatrisée. La racine est très longue et s'enfonce profondément dans le sol, c'est-à-dire dans les interstices de la lave remplis par de la terre végétale.

Si l'on compare les inflorescences de *S. præcox* à celle d'un autre *Senecio*, le *S. vernus*, qui pousse dans des endroits moins arides, on voit qu'elles ont même forme. L'involucre dans les deux cas est formé de huit bractées concrescentes à la base, libres au sommet; les fleurs ligulées, au nombre de 5 dans *S. præcox* et de 5 ou 4 dans *S. vernus* ont même forme, mêmes dimensions, et même couleur (jaune); les fleurs tubulées sont également les mêmes. Dans la tige de *S. vernus* existent des canaux sécréteurs et une huile qui a la même odeur caractéristique que celle de *S. præcox*; ici toutefois cette huile est moins abondante. La moelle est plus réduite dans le *S. vernus*. Ces deux plantes, si elles ne sont pas la même, sont donc très voisines sous ces divers rapports. Si on ne considère que la forme extérieure de l'appareil végétatif, au contraire, on trouve des différences énormes : le *S. vernus* est un petit arbuste très rameux, dont les rameaux portent de nombreuses feuilles lancéolées, dentées sur les bords; il n'a rien qui rappelle l'aspect misérable de *S. præcox*.

5. Les Orties de Tizapan ont leurs feuilles couvertes de nombreux poils très longs et il en est de même pour la Labiée; ces deux plantes se cachent d'ailleurs dans les anfractuosités de la roche, à l'ombre par conséquent.

La flore que nous venons de passer en revue est comme on le voit très pauvre; elle est composée de plantes adaptées à la sécheresse et se protégeant contre elle par des moyens variés. Si nous considérons cette même région dans la saison des pluies (juin 1897 : 13^{cm}8 d'eau recueillie; 1er juin au 31 octobre 1895 : 43^{cm}51), nous y trouverons, au contraire, une végétation luxuriante, représentée par plusieurs centaines d'espèces; ces plantes vont prospérer pendant les cinq mois de la saison des pluies, pour disparaître dès la saison sèche et laisser place à la flore désertique dont nous avons parlé au début.

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par M. Ch. **DASSONVILLE** *(Suite)*.

II. — GRAMINÉES

A. SEIGLE

(Voir *Revue générale de Botanique*, Tome VIII, 1896, pages 324 à 328).

B. — AVOINE

Le 30 mars, j'ai mis germer des grains d'Avoine, d'une part dans la solution de Knop, d'autre part dans l'eau distillée (1).

Les différences ont été notées le 30 mai.

I. — MORPHOLOGIE EXTERNE

a. *Eau distillée.* — A cette date, chaque pied porte trois feuilles ayant chacune 5 cent. environ. La tige est grêle et ne dépasse pas 7 cent. Elle est parfaitement verte. Les racines sont très peu nombreuses, rudimentaires.

b. *Solution de Knop.* — Dès le début, la végétation s'est montrée plus vigoureuse que dans l'eau distillée ; le 30 mai, la tige portait 5 feuilles longues de 18 centimètres.

Mais, les feuilles avaient progressivement jauni et la *verse* de la tige s'était produite. L'étude anatomique du pied des chaumes nous donnera l'explication de ce phénomène.

Les racines étaient très nombreuses et très ramifiées ; elles mesuraient en moyenne 10 centimètres.

---

(1) D'autres cultures ayant pour but de rechercher le rôle des divers sels de la solution de Knop ont été entreprises en même temps. Il en sera question plus loin.

II. — MORPHOLOGIE INTERNE

1° Racine. — a. *Eau distillée* (Pl. 9, fig. 55). — Le cylindre central possède un vaisseau axile, à paroi sclérifiée mais non lignifiée. Tout le conjonctif est sclérifié; le péricycle lui-même a ses membranes épaissies.

On compte six faisceaux de bois, répartis suivant un cercle. Chacun d'eux ne comprend qu'un seul vaisseau. Les vaisseaux ont une paroi fortement épaissie, mais se colorant mal par le vert d'iode, indice d'une lignification peu accusée. Aussi ne les distingue-t-on des éléments voisins que par leur diamètre qui est un peu plus grand.

Le liber, comme le bois, est très peu développé.

L'endoderme a ses parois internes et latérales épaissies.

L'écorce comprend trois assises de cellules dont les dimensions vont en augmentant du centre vers l'extérieur.

b. *Solution de Knop.* — La figure 56 (Pl. 9) représente la coupe d'une racine née dans une solution de Knop dans laquelle les sels de potasse avaient été remplacés par des sels de soude. La structure est la même dans la solution normale de Knop, sauf qu'il ne se produit *aucune* lignification et que le nombre des vaisseaux est un peu différent. En tenant compte de ces faits, nous pouvons, au moyen de cette figure, donner une description de la structure anatomique dans la solution du Knop :

Le cylindre central, incomparablement plus large que dans l'eau distillée, possède, en son centre, non plus un seul mais cinq grands vaisseaux à paroi mince, répartis dans la masse du conjonctif qui est entièrement parenchymateux.

Plus à la périphérie, dix faisceaux vasculaires s'appuyent contre l'endoderme. Les vaisseaux, au nombre de deux à cinq par faisceau, ont une large lumière; leur paroi est à peine épaissie et non lignifiée.

Le liber est très développé.

Les cellules du péricycle sont allongées radialement.

Toutes les parois de l'endoderme restent minces.

Le développement de l'écorce est à la fois centripète et centrifuge ; un anneau médian de larges cellules est compris entre un anneau périphérique et un anneau plus intérieur de petites cellules.

En résumé, les sels de la solution de Knop favorisent le développement du cylindre central de la racine. Ils augmentent le nombre et le diamètre des vaisseaux et empêchent la sclérification du conjontif et de l'endoderme.

L'absence des sels a pour résultats : la sclérification du conjonctif, la réduction à un seul du nombre des vaisseaux centraux et le développement plus faible du liber.

2° **Tige.** — Les comparaisons ont été faites au milieu du deuxième entrenœud inférieur, près du point de flexion des tiges qui, dans la solution de Knop, ont versé.

a. *Eau distillée* (Pl. 9, fig. 52). — La tige est pleine ; la moelle, formée de cellules à méats, renferme, vers son centre, un faisceau (*f*) constitué par deux petits vaisseaux que sépare un petit amas de tissu libériforme. La face interne des cellules qui entourent ce faisceau est fortement lignifiée (1).

Autour de la moelle, le desmogène forme un manchon (*lig.*) de cellules très lignifiées qui enferme les faisceaux libéro-ligneux.

Ceux-ci sont ainsi réunis sur un seul cercle ; et leur méristème formateur, transformé en tissu de soutien, n'a plus tendance à se différencier désormais. L'accroissement de cette région est donc définitif et le diamètre a acquis sa dimension maxima.

Les vaisseaux (*v. p*) sont petits, très lignifiés.

L'épiderme (*e. p*) est fortement cutinisé sur ses faces externe et latérales. De temps en temps, une de ses cellules reste mince.

b. *Solution de Knop* (Pl. 9, fig. 53). — La moelle (*m*) est formée de très grandes cellules irrégulières, à parois très minces. Elle renferme un tout petit faisceau central (2).

Le méristème vasculaire ne présente pas trace de lignification ; il conserve la faculté de se diviser et forme des faisceaux nettement isolés, ne montrant aucun rapport les uns avec les autres. Les plus récemment formés sont vers la périphérie, les plus âgés sont répartis sur un cercle vers l'intérieur. On compte en tout seize faisceaux.

---

(1) J'ai observé ce faisceau à la base de la tige dans toutes mes cultures d'Avoine, aussi bien en présence des sels que dans l'eau distillée. Dans les entrenœuds plus jeunes on ne le retrouve pas ; il disparaît avec la moelle. D'autre part, je n'ai retrouvé ce faisceau chez aucune des autres Graminées que j'ai étudiées. Il se pourrait qu'il soit particulier au genre *Avena* ou à une de ses divisions

(2) Le très grand diamètre que prend la tige n'a pas permis de représenter ici ce faisceau.

Les cellules du méristème qui les séparent les uns des autres ont de grandes dimensions; elles ont l'aspect du parenchyme de la moelle; leur paroi est extrêmement mince.

J'ai représenté (Pl. 9, fig. 53) trois de ces faisceaux qui occupent un même rayon. On voit que le calibre de leurs vaisseaux va en diminuant du centre à la périphérie. La lignification de ces vaisseaux, seuls éléments épaissis de la tige, est extrêmement faible.

L'épiderme ne présente pas trace de cutinisation.

Il suffit d'examiner comparativement les figures 52 et 53 pour comprendre comment la tige courte et grêle de l'Avoine cultivée dans l'eau distillée est restée droite, alors que, sous l'action des sels, la disparition complète des éléments de soutien ne pouvait permettre aux entrenœuds de la base de maintenir la verticalité nécessaire au développement de la plante.

En résumé, la solution de Knop a pour effet de favoriser le cloisonnement du méristème vasculaire et, par suite, d'augmenter le nombre des faisceaux de la tige; mais elle entraîne la disparition des éléments de soutien, ce qui provoque la « verse » de la plante, lorsque l'action des sels a fait prendre aux parties supérieures un développement trop grand pour la faible résistance qu'offrent les tissus de la base de la tige.

3° **Feuille.** — a. *Eau distillée.* — Dans l'eau distillée, la 2^e feuille, comptée à partir du sommet, possède, en sa région moyenne, 7 nervures.

La nervure médiane (Pl. 14, fig. 93) est reliée aux deux épidermes par une bande épaisse de tissu hypodermique (*scl*) surtout abondant à la face dorsale.

Les faisceaux de rang pair (par rapport à la nervure médiane) offrent des dispositions analogues.

Une rangée de cellules à parois minces entoure l'assise-limite des vaisseaux; tous les autres éléments du limbe sont très fortement sclérifiés.

Sur les bords, la feuille possède des fibres scléreuses.

L'épiderme est fortement cutinisé; seules, les cellules bulliformes (*bull.*) sont minces. On voit en général un poil (*p*) très lignifié au-dessus de chaque nervure.

b. *Solution de Knop.* — Dans la solution de Knop, la coupe comparable montre onze nervures.

La nervure médiane (Pl. 14, fig. 94) est recouverte, vers la face supérieure, par un parenchyme à membranes très minces.

Le tissu hypodermique (*scl*) de la nervure médiane est très peu développé, surtout vers la face supérieure, où il n'est représenté que par quatre petites cellules à peine épaissies. A la face inférieure, il est plus abondant ; mais, en comparaison des dimensions de la feuille, il est loin d'avoir l'importance qu'on observe dans l'eau distillée. Dans tous les cas, ses éléments sont moins épaissis.

Au niveau des autres nervures, le tissu hypodermique est encore plus réduit. Les membranes des cellules du mésophylle sont légèrement épaissies, mais incomparablement moins que dans l'eau distillée.

Les épidermes sont minces dans toute leur étendue.

Les bords des feuilles n'ont pas de fibres scléreuses.

En résumé, la solution de Knop a pour effet d'augmenter le nombre des nervures de la feuille et de favoriser le développement du mésophylle, qui reste entièrement mince au-dessus de la nervure médiane et très peu épaissi dans le reste de la feuille.

L'absence des sels entraîne la formation de bandes lignifiées qui relient les nervures principales aux deux épidermes et de fibres scléreuses aux bords des feuilles. Elle sclérifie très fortement le mésophylle, cutinise les épidermes et provoque l'apparition de poils lignifiés au-dessus des nervures.

C. — BLÉ

Des grains de Blé mis à germer dans les mêmes conditions que l'Avoine dont il vient d'être question, et à la même date, ont donné des résultats analogues.

En présence des sels, la végétation s'est montrée active dès le début. Mais bientôt, les plantes ont « versé », puis se sont décolorées.

Dans l'eau distillée, elles sont restées petites et grêles ; mais elles ont conservé une couleur vert-foncé et sont demeurées bien droites.

Les observations recueillies le 30 mai sont résumées dans le tableau suivant :

	Eau distillée	Solution de Knop
Longueur moyenne des racines . . .	1 cent.	20 cent.
Longueur des tiges	7 à 8 cent.	16 cent.
Nombre de feuilles étalées	3	6
Longueur des feuilles	6 cent.	13 cent.
Largeur des feuilles	1 millim. 1/2	4 millim.

Morphologie interne.

Les comparaisons ont été établies après 40 jours de végétation.

1° **Racine.** — a. *Eau distillée* (Pl. 14, fig. 88). — Le conjonctif du cylindre central est constitué par un parenchyme mince renfermant quatre larges vaisseaux à paroi non épaissie.

Vers la périphérie du cylindre, on voit un cercle de dix faisceaux constitués par un ou deux vaisseaux à membrane épaissie mais non lignifiée et reliés à l'endoderme par des vaisseaux plus petits, à paroi mince.

Le liber est peu développé.

Les cellules du péricycle sont assez grandes et allongées dans le sens radial.

L'endoderme n'est pas différencié, mais les éléments de l'écorce sont fortement lignifiés. L'assise qui touche à l'endoderme est la plus lignifiée. La lignification diminue progressivement de l'intérieur vers l'extérieur, à mesure qu'augmente le diamètre des cellules, qui sont disposées en quatre rangées concentriques.

L'assise pilifère est de nature cellulosique.

b. *Solution de Knop* (Pl. 8, fig. 43). — Le cylindre central est plus développé que dans l'eau distillée. Les cellules du conjonctif ont de plus grandes dimensions. Elles comprennent dans leur masse quatre grands vaisseaux beaucoup plus larges qu'en l'absence de tout sel. Le nombre des faisceaux extérieurs est de onze. Les vaisseaux, au nombre de un à deux par faisceau, sont plus larges et moins épaissis que dans l'eau distillée. Ils sont très légèrement lignifiés.

Le liber (*l*) est très développé.

Les parois de l'endoderme (*end*), de même que celles des cellules de l'écorce (*ec*) sont entièrement minces. On compte dans l'écorce sept assises de cellules.

Cette région possède de larges lacunes aérifères (*lacs*) développées aux dépens des 3me, 4me et 5me rangées comptées du centre vers l'extérieur.

L'assise pilifère est de nature cellulosique.

En résumé l'action des sels de la solution de Knop sur la structure de la racine se traduit : 1° par l'augmentation des diamètres des cellules du conjonctif et des vaisseaux centraux du cylindre central ; 2° par une légère augmentation du nombre et du calibre des vaisseaux du cercle extérieur ; 3° par un plus grand développement du liber ; 3° par la disparition de toute lignification dans l'écorce ; 5° par la formation de larges lacunes aérifères dans cette région.

2° **Tige.** — a. *Eau distillée* (Pl. 8, fig. 45). — La tige est fistuleuse. Le deuxième entrenœud de la base possède une couronne de douze faisceaux à vaisseaux (*v. p*) étroits, bien lignifiés, à liber (*lib*) peu abondant. Les cellules de l'assise (*as. l*) qui limite chacun de ces faisceaux du côté tourné vers le centre de la racine sont légèrement lignifiées à leur face externe et sur les faces latérales.

A l'extérieur de ce cercle, on voit quelques faisceaux plus petits, pour la plupart à peine ébauchés. La figure 45 en représente un qui a déjà acquis un développement analogue à ceux du cercle intérieur. Presque tous les autres n'ont encore qu'un seul vaisseau accompagné de quelques éléments libériformes ; mais tous ces faisceaux ont déjà une assise limite légèrement lignifiée.

Le méristème qui relie les faisceaux du cercle intérieur à ceux de la périphérie est parfois légèrement lignifié.

L'épiderme n'est pas différencié.

b. *Solution de Knop* (2me entrenœud inférieur). (Pl. 8, fig. 46). — Au simple aspect des coupes, on est frappé de la minceur des membranes des cellules. Le tissu apparaît comme une dentelle extrêmement fragile à mailles larges et extrêmement délicates.

Il n'y a plus la moindre trace de lignification du méristème ni des assises-limites des faisceaux.

La tige est fistuleuse.

Le méristème est abondamment cloisonné et constitue une large zone différenciant un cercle intérieur de quinze gros faisceaux séparés les uns des autres par de grandes cellules très minces.

Ces faisceaux ont un liber abondant. Les vaisseaux tangentiels *(v. p.)* ne présentent pas trace d'épaississement. On ne les distingue des éléments voisins que par la place qu'ils occupent et par les dimensions plus faibles des cellules de l'assise qui limite ces faisceaux.

Derrière ce cercle intérieur, on voit l'ébauche d'un deuxième cercle de faisceaux ayant les mêmes caractères.

Au niveau de ces derniers, les cellules du méristème sont plus petites ; mais elles ont la même minceur.

L'épiderme est également mince.

En somme, si on compare cette structure à celle qu'on observe dans l'eau distillée, on peut conclure que les sels de la solution de Knop favorisent le cloisonnement du méristème vasculaire, augmentent les dimensions des cellules et le nombre des faisceaux ; mais ils entravent la lignification et par suite nuisent au développement des éléments de soutien.

Si l'on considère que les Blés cultivés dans la solution de Knop ont versé ; que le centre de flexion des tiges a toujours été le deuxième entrenœud inférieur, l'examen de la structure que je viens de décrire expliquera le mécanisme de la verse et permettra de conclure : les sels de la solution de Knop déterminent la verse du Blé par l'entrave qu'ils apportent à la lignification de la base de la tige.

Nous avons vu que ces sels produisent sur la végétation de l'Avoine des résultats analogues et l'examen de la structure nous a conduit à la même conclusion.

Le centre de flexion des tiges versées s'étant toujours montré au-dessus du premier entrenœud, j'ai examiné la structure de cette dernière région.

A ce niveau, les cellules ont une membrane assez épaisse. Le diamètre de la tige est moins grand. Le méristème vasculaire moins abondant qu'au 2^me^ entrenœud. Les cellules qui séparent les faisceaux vasculaires sont plus petites. Enfin, les vaisseaux et les cellules des assises-limites sont légèrement lignifiés.

En somme, la structure est intermédiaire à celle qu'on observe au deuxième entrenœud dans les sels et dans l'eau distillée.

Les éléments de soutien sont plus nombreux qu'au deuxième entrenœud, ce qui explique la résistance relative que la tige présente en cet endroit.

3° **Feuille.** — a. *Eau distillée* (Pl. 14, fig. 91). — Vers le milieu de la deuxième feuille, on compte treize nervures de dimensions variables. On peut les classer ainsi : une médiane, la plus importante ; deux de deuxième ordre, occupant, symétriquement, le quatrième rang par rapport à l'axe de la feuille. Les autres, plus petites, sont à peu près toutes égales entre elles.

Le faisceau médian et les nervures de deuxième ordre sont reliés aux épidermes par des bandes épaisses de tissu hypodermique très lignifié (*scl*), qu'on retrouve également au bord des feuilles.

Tout le mésophylle est très fortement sclérifié.

L'épiderme n'est pas cutinisé ; il est pourvu de poils.

b. *Solution de Knop.* — La région comparable (Pl. 14, fig. 92) montre vingt et une nervures réparties ainsi : une médiane, de premier ordre ; huit de deuxième ordre, occupant symétriquement les 3^me^, 5^me^, 7^me^ et 9^me^ rangs comptés à partir de la nervure médiane.

On trouve du tissu hypodermique au niveau du faisceau médian et de la 3^me^ paire de nervures ; mais il est très réduit et surtout peu lignifié. Partout ailleurs, il fait défaut. Au bord des feuilles les fibres sont très rares et très peu sclérifiées.

Au-dessus de la nervure médiane le mésophylle est constitué par une masse importante de parenchyme mince. Ailleurs il est formé de grandes cellules beaucoup moins sclérifiées que dans l'eau distillée.

L'épiderme n'est pas cutinisé ; il est pourvu de poils.

En résumé, la solution de Knop augmente le nombre des nervures de la feuille et favorise le développement du mésophylle, qui reste entièrement mince au-dessus de la nervure médiane et très peu épaissi dans le reste de la feuille ; elle diminue l'importance des bandes lignifiées qui relient les nervures aux épidermes et celle des fibres des bords de la feuille. Son absence sclérifie très fortement le mésophylle.

Ce sont là des conclusions absolument analogues à celles que nous avons formulées chez l'Avoine.

C'est à dessein que j'ai réuni sur une même planche (Pl. 14) les feuilles d'Avoine (fig. 93 et fig. 94) et les feuilles de Blé (fig. 91

et fig. 92), parce qu'en les observant comparativement on voit combien il est important de tenir compte des modifications histologiques provoquées par le milieu, quand on cherche à classer les végétaux d'après les caractères anatomiques.

Si l'on priait une personne non prévenue des variations que la structure peut subir, de classer ces quatre feuilles d'après leurs caractères histologiques, on la verrait grouper d'une part les feuilles des figures 91 et 93 et d'autre part celles des figures 92 et 94; c'est-à-dire que chaque fois elle réunirait des espèces différentes. Cette personne déclarerait, en outre, que ces deux groupes sont très différents l'un de l'autre; alors que dans chacun d'eux il s'agit des mêmes espèces.

Les comparaisons de ces quatre figures conduisent aux deux conclusions suivantes :

1° L'influence du milieu peut modifier la structure de deux espèces différentes au point de leur donner une très grande ressemblance; 2° les variations du milieu peuvent modifier la structure des individus appartenant à une même espèce au point de les rendre absolument dissemblables.

Remarquons de plus que si, dans le cas présent, nous cherchions à caractériser les genres Avoine et Blé par la structure des feuilles, nous ne pourrions nous appuyer sur un seul caractère :

Tous les tissus se montrent sujets à subir des modifications : Le mésophylle; le tissu hypodermique des nervures et du bord des feuilles; le tissu vasculaire, considéré au point de vue de son état de lignification, du nombre des faisceaux et du mode de leur répartition d'après leur importance respective.

Les poils, même, ont chez le Blé des caractères différents dans les sels (fig. 92) et dans l'eau distillée (fig. 91). Chez l'Avoine, ils disparaissent dans la solution saline, ainsi que la cutine de l'épiderme.

Je n'insiste pas; car je me réserve de revenir plus loin sur ces faits. La présente observation suffira à montrer pour le moment combien la structure est modifiable suivant les conditions du milieu et, particulièrement, suivant que les plantes ont des sels à leur disposition ou n'en ont pas.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX
DE
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1893-1896 *(Fin).*

En Amérique, Sir W. **Dawson** a fait connaître la flore tertiaire inférieure de Burrard's Inlet (1), près de Vancouver, qui paraît correspondre au commencement de la période éocène ; elle renferme quelques espèces nouvelles, entr'autres un Palmier, rapporté au genre *Manicaria,* un *Dryophyllum* et une feuille palmée, classée dans le genre *Æsculophyllum*, sous le nom d'*Æsc. hastingense*, mais dont les folioles sont soudées les unes aux autres sur une partie de leur longueur, de sorte qu'on peut se demander s'il s'agit bien là d'un type comparable au genre *Æsculus.*

M. F. H. **Knowlton** rapporte également à l'Eocène la flore tertiaire de l'Alaska (2), dans laquelle il a observé 115 espèces, dont six seulement étaient nouvelles ; un grand nombre d'entre elles se rencontrent dans la flore miocène du centre de l'Europe, mais on sait aujourd'hui, par l'étude de la flore tertiaire des régions arctiques et par sa comparaison attentive avec la flore éocène, avec celle des dépôts anglais en particulier, que ces espèces n'ont apparu sous nos latitudes qu'après s'être montrées d'abord beaucoup plus au Nord, et qu'il est nécessaire, pour apprécier l'âge d'un gisement tertiaire d'après les plantes fossiles qu'il renferme, d'avoir égard à la latitude à laquelle il se trouve : on a été ainsi amené à classer comme éocène la flore d'Atanekerdluk au Groënland, et l'on doit attribuer le même âge à la flore de l'Alaska, qui offre avec celle-ci la plus grande similitude de composition et renferme d'ailleurs quelques formes de la flore crétacée supérieure de Vancouver, du Canada ou des Etats-Unis.

Le même auteur a donné un aperçu d'ensemble de la constitution des flores fossiles observées à trois niveaux successifs dans les cendres et tufs volcaniques du Parc National de la Yellowstone (1); sur l'horizon le plus inférieur, correspondant à la série des laves acides, ont été reconnues 79 espèces, dont plus de la moitié sont nouvelles ; parmi les autres, le plus grand nombre appartiennent à la flore du système supérieur de Laramie, à l'étage de Fort-Union, c'est-à-dire à l'Eocène inférieur. Plus haut, apparaît une flore moins riche, mais très différente de la première, avec laquelle elle n'a que deux espèces communes, de même qu'elle n'en a que trois avec la flore supérieure ; ses rapports avec la flore des graviers aurifères de Californie conduisent à la classer dans le Miocène. Quant à la flore supérieure, contemporaine des éruptions basiques, elle vient se ranger dans le Miocène supérieur, à peu près sur le même niveau que la flore des graviers aurifères de Californie, avec laquelle elle a beaucoup de points de ressemblance ; elle comprend une proportion assez élevée de Conifères, parmi lesquelles sept espèces différentes de Pins et deux *Sequoia*, dont l'un extrêmement voisin du *Seq. sempervirens*. Les Dicotylédones y sont nombreuses, et l'on peut citer comme particulièrement abondants les *Quercus*, les *Juglans*, les *Carya*, les *Populus*, les *Ulmus*, les *Ficus*, les *Laurus*, les *Platanus*, les *Aralia*, les *Magnolia*, dont un allié de près au *Magn. fœtida* vivant. Ainsi constituée, cette flore se montre très différente de la flore actuelle de la région, qui ne comprend ni Cupulifères, ni Juglandées, ni Ulmacées, ni Lauracées, ni Platanées, ni Araliacées, ni Magnoliacées : on peut conclure de là que d'importants changements de climat se sont accomplis depuis la fin de l'époque miocène.

---

(1) Sir W. Dawson : On collections of tertiary plants from the vicinity of the city of Vancouver, B. C. (*Trans. Roy. Soc. Canada*, 2d Ser , I, sect. IV, p. 137-152, pl. IV-VIII. 1895).

(2) F. H. Knowlton : A review of the fossil Flora of Alaska, with descriptions of new species (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, XVII, p. 207-240, pl. IX. 1894).

Les dépôts dans lesquels a été trouvée cette flore supérieure renferment en même temps de nombreux bois silicifiés constituant la « Forêt fossile » du Parc National. M. J. Felix a étudié (2) un certain nombre d'échantillons de ces bois et y a reconnu deux bois de Conifères, *Pityoxylon fallax* n. sp. et *Cupressinoxylon eutreton* n. sp., et quatre bois de Dicotylédones, à savoir un *Perseoxylon* déjà observé dans les gîtes d'opale de Hongrie, et trois types spécifiques nouveaux, *Quercinium Knowltoni*, *Plataninium Haydeni* et *Rhamnacinium radiatum*.

A peu de distance du Parc National, et sur le même niveau, M. Knowlton (3) a reconnu, de son côté, une nouvelle forme spécifique de bois de Conifère, *Pityoxylon Pealei*.

Dans l'Amérique du Sud, les tufs volcaniques du Cerro de Potosi en Bolivie, appartenant à un niveau tertiaire non encore précisé, ont fourni une assez grande quantité d'empreintes, qui ont été étudiées, il y a déjà quelques années, partie par M. Britton, partie par M. Engelhardt; une nouvelle série d'échantillons a permis à ce dernier (1) de reconnaître un certain nombre de formes spécifiques nouvelles, qu'il a pu rapporter presque toutes à des genres vivants, appartenant pour la plupart à la flore tropicale : je citerai un *Lomariopsis* voisin d'une espèce sud-américaine, un *Podocarpus* analogue au *Pod. Lamberti* du Brésil, et parmi les Dicotylédones des représentants des genres *Gaylussacia, Weinmannia, Capparis,* ainsi qu'un nombre important de Papilionacées et surtout de Mimosées; la végétation de la région, qui a aujourd'hui un caractère désertique et ne se compose que de plantes herbacées, était alors très différente et comprenait, sinon des arbres, tout au moins des arbustes et des plantes ligneuses buissonnantes.

---

(1) F. H. Knowlton : The tertiary Floras of the Yellowstone National Park (*Amer. Journ. of Sci.*, 1896, II, p. 51-58).

(2) J. Felix : Untersuchungen über fossile Hölzer. V. Stück (*Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch.*, XLVIII, p. 249-260, pl. VI. 1896).

(3) F. H. Knowlton : Description of a supposed new species of fossil wood from Montana (*Bull. Torrey bot. Club*, XXIII, p. 250-251, pl. 271. 1896).

M. Engelhardt a donné en outre la description, avec figures détaillées, de deux autres séries de plantes tertiaires, d'âge incertain également, provenant les unes de l'Equateur et les autres de la Colombie (2) : parmi les premières, je citerai une Pipéracée du genre *Arthante*, une Loranthacée du genre *Phoradendron*, des Malpighiacées des genres *Hiræa* et *Banisteria*, quelques Myrtacées des genres *Eugenia*, *Myrcia*, *Myrciaria*, des Papilionacées des genres *Lonchocarpus* et *Stenolobium*, et plusieurs Mimosées des genres *Cæsalpinia, Cassia*, *Macrolobium*, *Pterogyne*, *Inga*. A ce point de vue, c'est-à-dire par l'abondance relative des Légumineuses, cette flore se rapproche de celle du Cerro de Potosi.

Les gisements de Colombie ont fourni une très belle Fougère du genre *Meniscium*, un *Salvinia* affine au *Salv. oblongifolia*, une feuille de Musacée, une feuille flabellée de Palmier, une Aroïdée, et une assez grande variété de Dicotylédones, toutes plus ou moins voisines d'espèces actuelles du Brésil ; parmi elles ce ne sont plus les Légumineuses, mais les Laurinées qui tiennent la première place, avec les genres *Persea*, *Nectandra*, *Gœppertia*, *Acrodiclidium* et *Laurophyllum* ; il en était de même dans la flore tertiaire du Chili que M. Engelhardt avait étudiée il y a quelques années. Ces différences entre les gisements de la Colombie et ceux de l'Equateur et de la Bolivie paraissent devoir être attribuées à des différences climatériques locales; il est impossible, toutefois, de savoir si on a affaire là à des flores de même âge ou d'âges différents. On voit dans tous les cas que ces flores ne ressemblent pour ainsi dire en rien aux flores tertiaires de l'hémisphère boréal, étant presque exclusivement composées de types alliés d'assez près, suivant toute apparence, à ceux des régions tropicales ou subtropicales de l'Amérique du Sud.

Ce fait, qui semble bien établi, paraît en contradiction avec la théorie mise en avant par le Baron C. von Ettingshausen dans son étude (1) sur les relations des flores actuelles avec la flore tertiaire, et d'après laquelle on ne trouverait nulle part, à l'époque tertiaire, la flore composée seulement d'ancêtres des types qui vivent actuellement dans le pays. Il s'appuie, pour soutenir cette thèse, sur la présence, toujours admise par lui, de nombreuses formes australiennes dans la flore tertiaire de l'Europe, ainsi que sur l'existence en Australie, à l'époque tertiaire, de formes qui ne s'y trouvent plus aujourd'hui, telles que des Hêtres de la section *Eufagus* et des *Alnus* alliés de près à des espèces européennes. En remontant dans le passé, on arriverait à une flore comprenant à la fois, sinon tous les types actuels, du moins les souches d'où ils sont sortis, flore qui eût été la même sur toute la surface du globe, et d'où les flores actuelles seraient dérivées par le fait de diversifications locales, certains types se développant et se multipliant dans une région, et s'éteignant dans telles ou telles autres : ainsi pour les types australiens, qui seraient devenus prédominants en Australie, au détriment des types européens, tandis qu'ils disparaissaient de nos pays. Quelque séduisante que puisse paraître cette théorie, et quelque bien présentée et bien soutenue qu'elle ait été par son auteur, il me paraît impossible de l'accepter sans réserves, en présence notamment d'observations semblables à celles de M. Engelhardt. Il y a eu certainement en Europe et dans l'Amérique du Nord, à l'époque crétacée et pendant une partie de l'époque tertiaire, un certain nombre de types de la flore australienne actuelle, tels, par exemple, que des *Eucalyptus*; mais pour beaucoup d'autres l'attribution a été pour le moins contestée, et le Marquis de Saporta a montré notamment que les prétendus *Leptomeria* de nos dépôts tertiaires n'étaient autre chose que des inflorescences de Palmiers, et qu'il fallait reporter dans les Myricées la plupart des feuilles classées comme *Banksia* ou *Dryandra ;* il ne semble donc pas que le mélange de formes ait été, surtout à l'époque tertiaire, aussi absolu et aussi général que l'admet M. C. von Ettingshausen, et il est prudent, avant de se faire une conviction à cet égard, d'attendre que nous soyons en possession, sur les flores tertiaires et crétacées de l'hémisphère austral, de renseignements plus complets et plus certains que ceux qui nous ont été jusqu'à présent fournis.

---

(1) H. Engelhardt : Ueber neue fossile Pflanzenreste vom Cerro de Potosi (*Abhandl. d. Isis in Dresden*, 1894, p. 3-13, pl. I).

(2) H. Engelhardt : Ueber neue Tertiärpflanzen Süd-Amerikas (*Abhandl. Senckenberg. naturforsch. Gesellsch.*, XIX, p. 1-47, 9 pl. 1895).

C. — *Période Quaternaire.*

A l'époque quaternaire on n'a plus affaire qu'à des espèces encore vivantes actuellement, mais on constate que leur distribution n'a pas toujours été la même qu'aujourd'hui et les différences que l'on observe dans la constitution de la flore permettent de se rendre compte des modifications climatériques qui se sont accomplies depuis la fin de la période tertiaire; seulement les dépôts dans lesquels on rencontre des restes de plantes quaternaires, tufs ou tourbes, sont généralement d'étendue très limitée et ce n'est que par la multiplication des recherches, la comparaison et la coordination des renseignements recueillis dans les diverses localités, qu'il est possible d'arriver à des résultats offrant un intérêt général. Aussi, dans les régions riches en dépôts de ce genre, telles notamment que l'Allemagne du Nord et la péninsule scandinave, les études locales sont-elles trop nombreuses pour qu'il soit, le plus souvent, impossible de les passer toutes en revue, et faut-il se borner à rendre compte des travaux qui présentent un caractère général ou qui renferment des observations particulièrement dignes d'être notées.

---

(1) C. von Ettingshausen : Zur Theorie der Entwickelung der jetzigen Floren der Erde aus der Tertiärflora (*Sitzungsber. k. Akad. Wiss. Wien*, CIII, Abth. I, p. 303-392. 1894).

En France, les seuls gisements qui aient été explorés dans ces quatre dernières années sont les tufs calcaires du col du Lautaret, dans lesquels M. KILIAN (1) a reconnu un *Salix*, et des rameaux ainsi que des cônes de *Pinus sylvestris* en grande abondance; l'âge de ces tufs, recouverts en plusieurs points par des dépôts morainiques, est difficile à préciser : s'ils ne sont pas antéglaciaires, ils correspondent dans tous les cas à une époque où il existait au Lautaret une végétation forestière assez riche, qui en a disparu aujourd'hui, quelques Mélèzes rabougris s'y montrant seulement çà et là.

En Alsace, les tufs de Kiffis, dans la partie sud du massif jurassique de Ferrette, ont fourni à MM. FLICHE, BLEICHER et MIEG (2) d'abondantes récoltes d'empreintes végétales, parmi lesquelles je citerai le *Carex glauca*, le *Salix incana*, l'*Acer Pseudo-Platanus*, tous trois très fréquents, et le *Cytisus Laburnum* qui n'existe plus dans la localité; par contre le Sapin, le Charme et le Hêtre, qui y sont maintenant très communs, n'ont pas été rencontrés dans les tufs. L'ensemble de la flore indique, pour la région, un climat plus humide et un peu plus chaud que celui qui y règne aujourd'hui, et conduit à rapporter la formation de ces tufs à l'époque interglaciaire. Le Hêtre paraît avoir été alors totalement absent du Nord-Est et du Centre de la France, et n'y être revenu qu'après le retrait définitif des glaciers.

M. L. WEHRLI (3) a observé dans les tufs de Flurlingen, près de Schaffouse, une flore analogue, et probablement de même âge, avec *Acer Pseudo-Platanus* en abondance, accompagné de feuilles de *Buxus sempervirens* et de Cypéracées ; l'ensemble en est sensiblement différent de la flore actuelle de la localité.

(1) W. Kilian : Sur les tufs calcaires du col du Lautaret (*C. R. Ac. Sc.*, CXIX, p. 574-576, 1er octobre 1894).

(2) Fliche, Bleicher et Mieg : Note sur les tufs calcaires de Kiffis (Sundgau, Alsace) (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXII, p. 471-482, 1895).

(3) L. Wehrli : Ueber den Kalktuff von Flurlingen bei Schaffhausen (*Œst. Ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirth.*, Heft 2, 18 p. 1 pl. 1894).

Dans le Nord de l'Italie, MM. **Baltzer** et **Fischer** (1) ont étudié la flore des marnes interglaciaires de Pianico-Sellere, au bord du lac d'Iseo, et lui ont reconnu de grandes analogies avec la flore de la brèche de Hötting, près d'Innsbrück, étudiée par M. R. von Wettstein; comme cette dernière, et comme la flore interglaciaire de Lugano, elle renferme de nombreux fragments de feuilles de *Rhododendron ponticum*, et à côté de celles-ci des feuilles d'Erable qui paraissent appartenir à une espèce caucasienne, l'*Acer insigne;* d'autre part, diverses formes de nos pays, *Abies pectinata*, *Carpinus Betulus*, *Corylus Avellana*, *Acer Pseudo-Platanus*, *Buxus sempervirens*, *Viburnum Lantana;* elle se compose ainsi d'un mélange d'éléments de la flore pontique et de la flore de l'Europe moyenne. Il semble que toutes les flores interglaciaires du Nord de l'Italie et du Tyrol présentent ce même caractère.

Aux environs de Rome, M. **Clerici** a étudié la flore d'une couche tourbeuse rencontrée à 9 mètres de profondeur à Ripetta, sur le Tibre (2), et n'y a trouvé que des espèces vivant encore dans le pays, à l'exception de quelques Mousses appartenant à la flore des Alpes ou à celle de la Haute-Italie, mais il n'a relevé aucun indice permettant de fixer l'âge exact du dépôt. Il en a été de même pour la flore des tufs granulaires des environs de Rome (3), qui ne lui a offert que des espèces de la flore romaine actuelle. Il semble, du reste, que dans ces régions, où l'extension glaciaire n'a pas fait sentir ses effets, il ne doive pas être possible de discerner de variations dans la flore postpliocène.

MM. **Lacroix** et **Bureau** (4) ont reconnu des feuilles bien déterminables de *Chamærops humilis* de *Phœnix dactylifera*, d'*Olea europæa* et de *Pistacia Lentiscus* dans un banc de tuf volcanique de l'île de Phira (Santorin) compris entre les éruptions du Pliocène supérieur et les tufs ponceux préhistoriques; il n'a malheureusement pas été possible de préciser davantage l'âge de ce banc de tuf, dont les empreintes attestent le développement d'une riche végétation arborescente entre deux périodes d'activité volcanique.

En Hongrie, M. M. **Staub** (5) a étudié divers dépôts de tufs calcaires, notamment ceux de Ganócz et de Borszék, où il a recueilli de nombreuses empreintes de Conifères et d'arbres feuillus, ces derniers cantonnés à Ganócz dans les niveaux inférieurs, et l'Epicéa dominant dans la partie supérieure de la formation : la succession est à peu près la même qu'en Suède, à part l'absence de plantes glaciaires, le Pin et le Chêne se montrant d'abord, puis le Hêtre et le Charme, et en dernier lieu l'Epicéa, qui a éliminé les essences qui l'avaient précédé.

---

(1) E. Fischer : Verzeichniss der von *A. Baltzer* gesammelten Pflanzen des Interglacials von Pianico-Sellere (*Neues Jahrb. f. Min.*, 1896, I, p. 159-182, pl. IV).

(2) E. Clerici : Illustrazione della flora rinvenuta nelle fondazioni del ponte in ferro sul Tevere a Ripetta (*Boll. Soc. Geol. Ital.*, XI, p. 335-339, pl. X, XI. 1893).

(3) E. Clerici : Sopra alcune impronte di foglie nei tufi granulari di Roma (*Boll. Soc. Geol. Ital.*, XII, p. 137-142. 1893).

(4) A. Lacroix : Sur la découverte d'un gisement d'empreintes végétales dans les cendres volcaniques anciennes de l'île de Phira (Santorin) (*C. R. Ac. Sc.*, CXXIII, p. 656-659, 26 octobre 1896).

(5) M. Staub : Die Flora des Kalktuffes von Ganócz; — Die Kalktuffablagerung von Borszèk (*Fölt. Közlöny*, XXIII, p. 219-254. 1893; — XXV, p. 243-248. 1895).

En Allemagne, du moins dans la région septentrionale, où l'on distingue les traces de deux, ou même de trois invasions glaciaires successives, séparées par des périodes de réchauffement relatif, on a retrouvé sur divers points des restes de la flore glaciaire, tels que feuilles de *Dryas octopetala* et de *Betula nana*, notamment dans certaines tourbières du Mecklembourg étudiées par M. Diederichs (1). La flore glaciaire a même été reconnue jusqu'en Saxe, où M. A. Nathorst (2) a constaté à Deuben, un peu au sud de Dresde, la présence, dans un lit tourbeux, de feuilles de *Salix herbacea*, *Sal. retusa*, *Sal. myrtilloides*, *Polygonum viviparum*, *Saxifraga oppositifolia* et *Sax. Hirculus*. On n'avait pas encore observé aussi bas de traces de cette flore, et cette constatation réduit notablement l'espace compris entre la limite sud de l'extension glaciaire arctique, et la limite nord de l'extension glaciaire alpine ; M. Nathorst présume que la région comprise entre ces deux limites devrait être elle-même occupée par une flore froide, en grande partie composée de types arctiques ou alpins, et ne comprenant comme essences forestières que des Bouleaux, en particulier *Betula odorata*.

Les dépôts interglaciaires du Nord de l'Allemagne ont fait l'objet de nombreuses et importantes recherches, de la part surtout de MM. Keilhack (3), Nehring (4) et Weber (5), qui ont exploré une série de gisements, tourbes et tufs calcaires, du Holstein, du Hanovre et du Brandebourg et ont fait dans la plupart d'entre eux de très riches récoltes. Dans presque tous on constate la présence d'un certain nombre d'espèces qui ne se trouvent plus aujourd'hui à l'état spontané dans le pays, et qui conduisent à penser que le climat était alors plus doux et plus humide. Je citerai notamment le gisement de Klinge, près de Cottbus dans le Brandebourg, qui a donné lieu à des explorations particulièrement suivies et détaillées : on y observe d'abord, à la base, des grains de pollen de Pin, de Peuplier Tremble et de Bouleaux, puis la flore devient de plus en plus riche, dénotant l'existence, sur le bord des eaux, d'une riche végétation forestière, comprenant notamment *Picea excelsa*, *Corylus Avellana*, *Betula verrucosa*, *Quercus*, *Acer campestre*, *Ilex aquifolium*, *Tilia platyphylla*, ces deux derniers étrangers aujourd'hui à la flore spontanée de la région ; en même temps vivaient dans le bassin de dépôt de nombreuses plantes aquatiques, Nymphéacées, *Ceratophyllum*, *Potamogeton*, *Najas major*, etc. Puis la flore semble s'être appauvrie, les couches supérieures ne renfermant plus que de rares débris végétaux. Sur d'autres points, on a trouvé de nombreux fruits de *Trapa natans*, espèce qui n'existe plus dans le Nord de l'Allemagne.

---

(1) R. Diederichs : Ueber die fossile Flora der mecklenburgischen Torfmoore (*Arch. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg*, XLIX, p. 1-34, pl. I, II. 1895).

(2) A. G. Nathorst : Die Entdeckung einer fossilen Glacialflora in Sachsen, am äussersten Rande des nordischen Diluviums (*Öfvers. k. Vetensk. Akad. Förhandl.*, LI, p. 519-543. 1895).

(3) K. Keilhack : Fossile Characeen von Klinge (*Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch.*, XLV, p. 503-505. 1893) ; — Ueber das Vorkommen von Cratopleura-Samen bei Lauenburg, Belzig und Rendsburg (*Neues Jahrb. f. Min.*, 1895, II, p. 149-151).

(4) A. Nehring : Ueber Wirbelthier-Reste von Klinge (*Neues Jahrb. f. Min.*, 1895, I, p. 183-208, fig. 1-9) ; — Ueber einen neuen Fund von Cratopleura-Samen in dem Lauenburger Torflager (*Ibid.*, 1895, II, p. 254-255) ; — Das geologische Alter des unteren Torflagers von Klinge bei Cottbus (*Botan. Centralbl.*, LXIII, p. 99-102. 1895).

(5) C. A. Weber : Ueber die diluviale Vegetation von Klinge in Brandenburg und über ihre Herkunft (*Engler's botan. Jahrbücher*, XVII, Beibl. Nr. 40, p. 1-20. 1893) ; — Ueber die diluviale Flora von Fahrenkrug in Holstein (*Ibid.*, XVIII, Beibl. Nr. 43, p. 1-13. 1893) ; — Ueber die fossile Flora von Honerdingen und das nordwestdeutsche Diluvium (*Abh. naturw. Ver. zu Bremen*, XIII, p. 413-468. 1896).

Tous ces gisements, presque sans exception, ont offert en abondance deux types de graines, qui ont donné lieu l'un et l'autre à de nombreuses recherches : d'abord des graines d'une Nymphéacée, que M. Weber avait décrites sous le nom générique de *Cratopleura*, en les rapprochant d'un autre genre fossile, le genre *Holopleura* Caspary, et parmi lesquelles il avait distingué deux espèces. M. Weberbauer (1), en comparant ces graines et celles du *Holopleura Victoria* avec celles du *Brasenia purpurea* actuel, a reconnu qu'il y avait identité complète de structure avec ces dernières, les seules différences consistant dans la forme plus allongée des cellules de l'épisperme et dans l'épaississement plus prononcé de leurs parois ; il a en conséquence rapporté ces graines fossiles au genre *Brasenia*, en les réunissant les unes et les autres en une espèce unique, sous le nom de *Brasenia Victoria* Casp.(sp.).

Plus récemment, un certain nombre de ces mêmes graines ont été recueillies en Danemark, près de Copenhague, et en Russie, dans des dépôts interglaciaires situés au voisinage des sources du Dniéper, où elles sont associées à une flore très analogue à celles des dépôts contemporains du Nord de l'Allemagne, *Carpinus Betulus*, *Betula odorata*, *Nymphæa alba*, *Ceratophyllum demersum*, *Najas major*, *Potamogeton*, etc. M. G. Andersson (2), qui a procédé à leur examen, a été amené à les rattacher purement et simplement à l'espèce vivante, les échantillons de celle-ci qu'il a étudiés lui ayant offert, en ce qui regarde la forme et l'épaississement des cellules, des variations très étendues, et quelques-uns d'entre eux s'étant montrés, à ce point de vue, parfaitement identiques aux spécimens fossiles. Le *Brasenia purpurea*, auquel paraissent appartenir également des graines trouvées dans certains dépôts miocènes, a donc eu jadis une extension beaucoup plus grande qu'aujourd'hui.

---

(1) A. Weberbauer : Ueber die fossilen Nymphæaceen-Gattungen *Holopleura* Caspary und *Cratopleura* Weber und ihre Beziehungen zu der recenten Gattung *Brasenia* (*Ber. deutsch. bot. Gesellsch.*, XI, p. 366-374, pl. XVIII. 1893).

(2) G. Andersson : Ueber das fossile Vorkommen der Brasenia purpurea Mich. in Russland und Dänemark (*Bihang. till k. Sv. Vetensk. Akad. Handl.*, XXII, Afd. III, Nv. 1, 24 p., 2 pl. 1896).

Le second type de graines auquel je faisais allusion tout à l'heure a exercé pendant plusieurs années la sagacité des paléobotanistes avant qu'on ait pu arriver à son égard à une attribution définitive : désignées d'abord sous le nom de *Paradoxocarpus carinatus*, ces graines, trouvées surtout en grande abondance à Klinge, ont été ensuite rapportées au genre fossile *Folliculites* à raison de leur ressemblance avec le *Folliculites kaltennordheimensis* des couches tertiaires, mais sans qu'on fût pour cela mieux éclairé sur leurs relations avec les formes vivantes ; aucun botaniste n'ayant pu se prononcer sur leurs affinités, il ne paraissait guère douteux qu'il fallût les rapporter à un type générique aujourd'hui disparu. M. Ascherson avait cru cependant reconnaître quelque ressemblance entre elles et les graines du *Pistacia vera*, et M. Potonié (1), mettant à profit cette indication, avait conclu, de l'étude comparative à laquelle il avait procédé, que ces graines avaient dû appartenir à un genre éteint de la famille des Anacardiacées. Toutefois leur extrême abondance dans le dépôt tourbeux de Klinge semblait dénoter qu'il s'agissait plutôt là d'une plante aquatique, et M. Keilhack (2), guidé par cette idée, a fini, en examinant les graines d'un grand nombre de plantes aquatiques ou marécageuses, par reconnaître que ces graines, demeurées si longtemps énigmatiques, ne différaient en rien de celles du *Stratiotes aloides*, auquel elles doivent être purement et simplement attribuées; quant à leurs congénères tertiaires, elles représentent par conséquent une autre forme spécifique de ce même genre *Stratiotes*, dont M. Staub (3) a, d'ailleurs, reconnu des feuilles dans le Tertiaire récent de Transylvanie, et dont Heer avait rapproché une fleur trouvée dans le Miocène d'Œningen.

En Scandinavie l'étude de la flore des dépôts quaternaires a fait l'objet de nombreux et importants travaux, parmi lesquels il faut citer principalement ceux de MM. Andersson (4), Blytt (5), Nathorst (6) et Sernander (1); sauf dans la portion la plus méridionale de la péninsule scandinave, on ne peut distinguer d'époque interglaciaire, le mouvement de retraite des glaces ne s'étant pas fait sentir au-delà ; les observations recueillies portent donc sur les modifications de la flore consécutives à l'époque glaciaire, et montrent qu'à un moment donné le climat a été sensiblement plus doux qu'il ne l'est aujourd'hui. D'après M. Blytt, il y aurait eu alternance de périodes humides et de périodes sèches, attestées par l'intercalation, dans la plupart des gisements, de lits de racines indiquant une modification de régime, une période de sécheresse relative, permettant l'établissement d'une végétation forestière là où il n'y avait auparavant qu'une végétation marécageuse. La succession de bas en haut, serait la suivante :

---

(1) H. Potonié : *Folliculites Kaltennordheimensis* Zenker und *Folliculites carinatus* (Nehring) Pot. (*Neues Jahrb. f. Min.*, 1893, II. p. 86-113, pl. V,VI).

(2) K. Keilhack : Ueber Folliculites (*Naturwiss. Wochenschr.*, XI, p. 504, 18 octobre 1896) ; — Ueber die Zugehörigkeit der Gattung *Folliculites* zu der lebenden Hydrocharidee *Stratiotes* (*Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch.*, XLVIII, 1896, p. 987-989).

(3) M. Staub : Angaben zur Geschicte von *Stratiotes aloides* C. (*Botan. Centralbl.*, LVIII, p. 234-237. 1894).

(4) G. Andersson : Växtpaleontologiska Undersökningar af Svenska Torfmossar (*Bihang till k. Sv. Vetensk. Akad. Handl.*, XVIII, Afd. III, Nr. 2 et 8, 30 60, p. 1893); — Om senglaciala och postglaciala Aflagringari mellersta Nouland (*Geol. Fören. Förhandl.*, XVI, p. 531-575 ; p. 666-708; 1894) ; — Die Geschichte der Vegetation Schwedens (*Engler's botan. Jahrb.*, XXII, p 433-550, pl. IV-V. 1896).

(5) A. Blytt : Zur Geschichte der nordeuropäischen, besonders der Norwegischen Flora (*Engler's botan. Jahr.*., XVII, Beibl. Nr. 41, 30 p. 1893).

(6) A. G. Nathorst : Ueber den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntniss von dem Vorkommen fossiler Glacialpflanzen (*Bihang till k. Sv. Vetensk. Akad. Handl.*, XVII, Afd. III. Nr. 5, 32 p.; 1892) ; — En växtförande Lera fran Viborg i Finland (*Geol. Fören. Förhandl.*, XVI, p. 361-369. 1894).

Dépôts morainiques de la période *glaciaire*.

Couches renfermant des plantes de la flore arctique, dénotant un climat continental rigoureux : période *arctique*.

Couches de tourbe, avec débris de Bouleaux et de Tremble, correspondant à une période humide, *subglaciaire*.

Période sèche, *subarctique*.

Période humide, *infraboréale* : couche de tourbe renfermant une flore encore septentrionale, avec Pin sylvestre.

Période sèche, *boréale* : climat plus doux, attesté par la présence du Chêne et du Noisetier, celui-ci en abondance.

Période *atlantique*, humide et douce : c'est la période du Chêne rouvre.

Période plus sèche, *subboréale*.

Période humide, *subatlantique*, correspondant à la couche de tourbe la plus élevée.

Période plus sèche, récente, pendant laquelle la formation tourbeuse a été recouverte par un lit de racines.

M. Blytt distingue, dans la flore actuelle de la Norwège, les éléments correspondant à ces diverses périodes, les espèces xérophiles s'étant introduites pendant les périodes boréale et subboréale, et les espèces hygrophiles pendant les périodes atlantique et subatlantique.

Les observations faites en Suède par M. Andersson ne lui semblent pas confirmer celles de M. Blytt en ce qui concerne l'alternance régulière de périodes sèches et de périodes humides, les variations qu'on constate dans la constitution des lits successifs, de tourbe et de racines, paraissant dues dans plus d'un cas à des variations des conditions locales. Mais en ce qui regarde la flore et ses diverses modifications, les différentes recherches ont donné des résultats parfaitement concordants, et montré partout la même succession : les premières couches, généralement argileuses, qui recouvrent les dépôts morainiques, renferment une flore nettement arctique, caractérisée principalement par *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *Sal. reticulata*, *Oxyria digyna*, et que M. Andersson appelle la *flore à Dryas*. Ensuite vient la *flore des Bouleaux*, correspondant à l'établissement des premières forêts et comprenant entr'autres, avec *Betula odorata* dominant, *Populus Tremula*, divers *Salix*, *Sal. capræa*, *Sal. aurita*, *Vaccinium Myrtillus*, *Hippophae rhamnoides*. La flore aquatique de la même période, avec *Nymphæa alba*, *Nuphar luteum*, *Carex filiformis*, différait peu de ce qu'elle est actuellement. A cette flore de Bouleaux a succédé la *flore des Pins*, caractérisée par *Pinus sylvestris*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus Padus*, *Rhamnus Frangula*; dans les couches les plus élevées des dépôts renfermant cette flore des Pins, apparaissent *Tilia europæa*, *Cornus sanguinea*, *Ulmus montana*, *Alnus glutinosa*, *Corylus Avellana*; en même temps le *Trapa natans* se montre en abondance dans les couches tourbeuses, avec des formes de fruits très variées; le climat était alors plus chaud qu'aujourd'hui, d'environ 2°, comme température moyenne annuelle. Ensuite vient la *flore du Chêne*, dont l'apparition paraît correspondre au début de l'époque néolithique, avec *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Viscum album*, et *Ilex aquifolium*; on retrouve notamment des débris de ce dernier jusqu'au-delà du 63^{me} parallèle; avec lui se montrent, vers la fin de la période du Chêne, mais seulement dans le sud de la Scandinavie, quelques espèces de caractère continental plus accentué, *Tilia grandifolia*, *Carpinus Betulus*, *Acer campestre*. Enfin vient la *flore du Hêtre*, celui-ci s'étant, à partir de ce moment, substitué au Chêne, par suite d'un refroidissement graduel de la température; en dernier lieu est arrivé l'Epicéa, dont on ne retrouve de traces que dans les dépôts les plus récents, et qui n'a peut-être pas encore pris toute l'extension que lui permettent les conditions climatériques actuelles.

---

(1) R. Sernander : Ueber den Bau einiger in der provinz Upland gelegenen Torfmoore (*Botan. Centralbl.*, LXIII, p. 46-56, 1895). — R. Sernander et K. Kjellmark : Eine Torfmooruntersuchung aus dem nördlichen Nerike (*Bull. geol. Inst. Univ. of Upsala*, II, p. 317-344, pl. XVI-XIX, 1896).

Parallèlement à ces transformations successives de la flore terrestre, l'étude des dépôts marins, et des Diatomées qu'ils renferment, montre d'autres modifications correspondant à d'importants mouvements du sol : après un premier affaissement, survenu immédiatement après l'époque glaciaire, il s'est produit pendant la période des Bouleaux et des Pins, un exhaussement par suite duquel la Baltique est devenue une mer intérieure qui s'est peu à peu dessalée, la mer à *Ancylus*, dans laquelle a vécu une riche flore de Diatomées; celle-ci a ensuite fait place, à la suite d'un nouvel affaissement qui a commencé à se manifester vers le moment de l'arrivée du Chêne, à une mer de nouveau salée, la mer à *Litorina*, dont les dépôts ne renferment plus que des Diatomées marines; le maximum de cet affaissement paraît concorder à peu près avec l'extension maxima du Chêne vers le Nord, après quoi un relèvement s'est produit, et les végétaux de caractère continental ont peu à peu rétrogradé.

Les dépôts quaternaires de l'Amérique du Nord ont donné lieu également à quelques observations, d'abord de la part de M. Hollick (1), qui a étudié la flore du *drift* post-tertiaire et préglaciaire de Bridgeton, dans le New-Jersey ; il y a observé notamment les genres *Ostrya*, *Planera*, *Ulmus*, *Castanea*, *Morus*, *Persea*, *Laurus*, *Leucothoe*, *Liquidambar*, *Viburnum*, *Æsculus*, *Diospyros*, *Asimina*, *Magnolia*, représentés par des espèces encore vivantes. et il a reconnu que dans son ensemble cette flore était presque identique à celle qui se montre aujourd'hui dans les régions basses de la Virginie, c'est-à-dire à peu de distance vers le Sud ; elle comprenait toutefois deux genres de Légumineuses, *Mesoneurum* et *Lonchocarpus*, qui, aujourd'hui, n'existent plus au nord du Mexique, et dont la présence est attestée par des gousses assez nombreuses rencontrées dans ce même dépôt, mais paraissant différentes spécifiquement des formes vivantes. Il est probable qu'on a affaire là à des survivants de la flore tertiaire.

Au Canada, M. Penhallow (2), a pu déterminer un assez grand nombre de débris végétaux, fragments de bois et empreintes de feuilles, provenant de divers dépôts interglaciaires du pays, et n'y a trouvé que des espèces actuellement vivantes, à l'exception d'une feuille d'Erable, d'affinités incertaines ; mais il a été amené à reconnaître l'existence de deux flores assez distinctes, correspondant à deux groupes différents de gisements : l'une, provenant du niveau des argiles à *Leda*, comprend des espèces qui vivent actuellement dans le pays, mais qui pour la plupart s'étendent beaucoup plus au Nord, et sans espèces plus méridionales, de telle sorte que le climat paraît avoir été, au moment du dépôt de ces argiles, un peu plus froid peut-être qu'aujourd'hui. L'autre flore, observée dans les gisements sableux de la Don River, se compose au contraire, en majeure partie, d'espèces plutôt méridionales par rapport à celles qui peuplent actuellement la région, telles que *Ulmus racemosa*, *Quercus obtusiloba*, *Platanus occidentalis*, *Asimina triloba*, et surtout *Maclura aurantiaca*. Bien que le niveau relatif des deux séries de dépôts demeure un peu incertain, il semble probable que la première de ces deux flores est de date quelque peu antérieure à la seconde et correspond à un moment où la calotte glaciaire arctique ne s'était pas encore retirée aussi loin qu'à l'époque où a vécu cette deuxième flore, dont la composition dénote un climat sensiblement plus chaud qu'aujourd'hui, et semblable à celui de la région moyenne des Etats-Unis.

(1) A. Hollick : Palæobotany of the Yellow Gravel at Bridgeton (*Proc. Amer. Ass.*, 41st. meet., p. 177-178. 1893) ; — New species of Leguminous pods from the Yellow Gravel at Bridgeton, N. J. (*Bull. Torrey. bot. Club*, XXIII, p. 46-49, pl 258, 259. 1896).

(2) D P. Penhallow : Contributions to the pleistocene Flora of Canada (*Trans. Roy. Soc. Canada*, II, sect. IV, p. 59-77. 1896).

R. Zeiller.

---

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

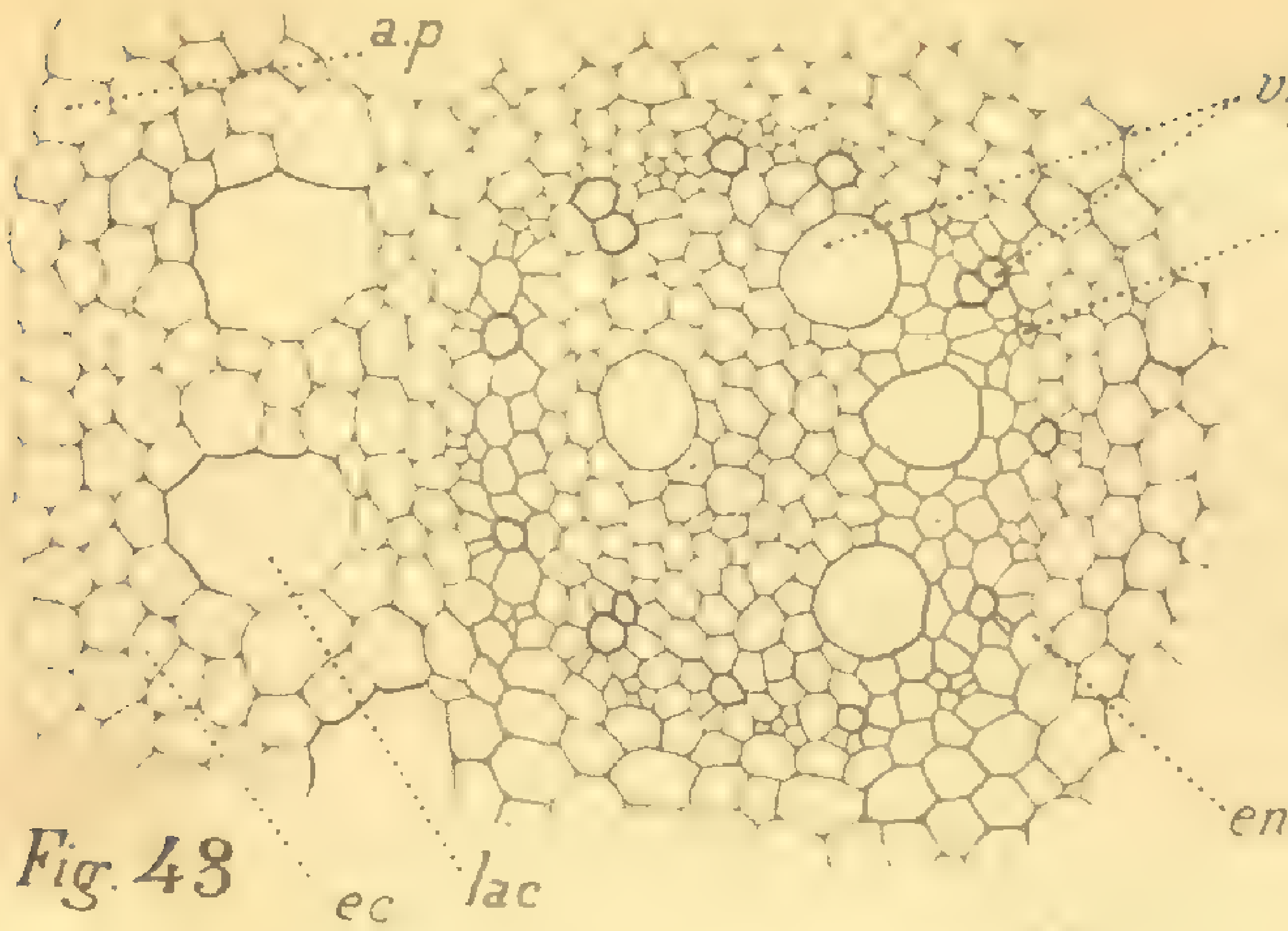

a.p
v.p
l
end
ec
lac

Fig. 43

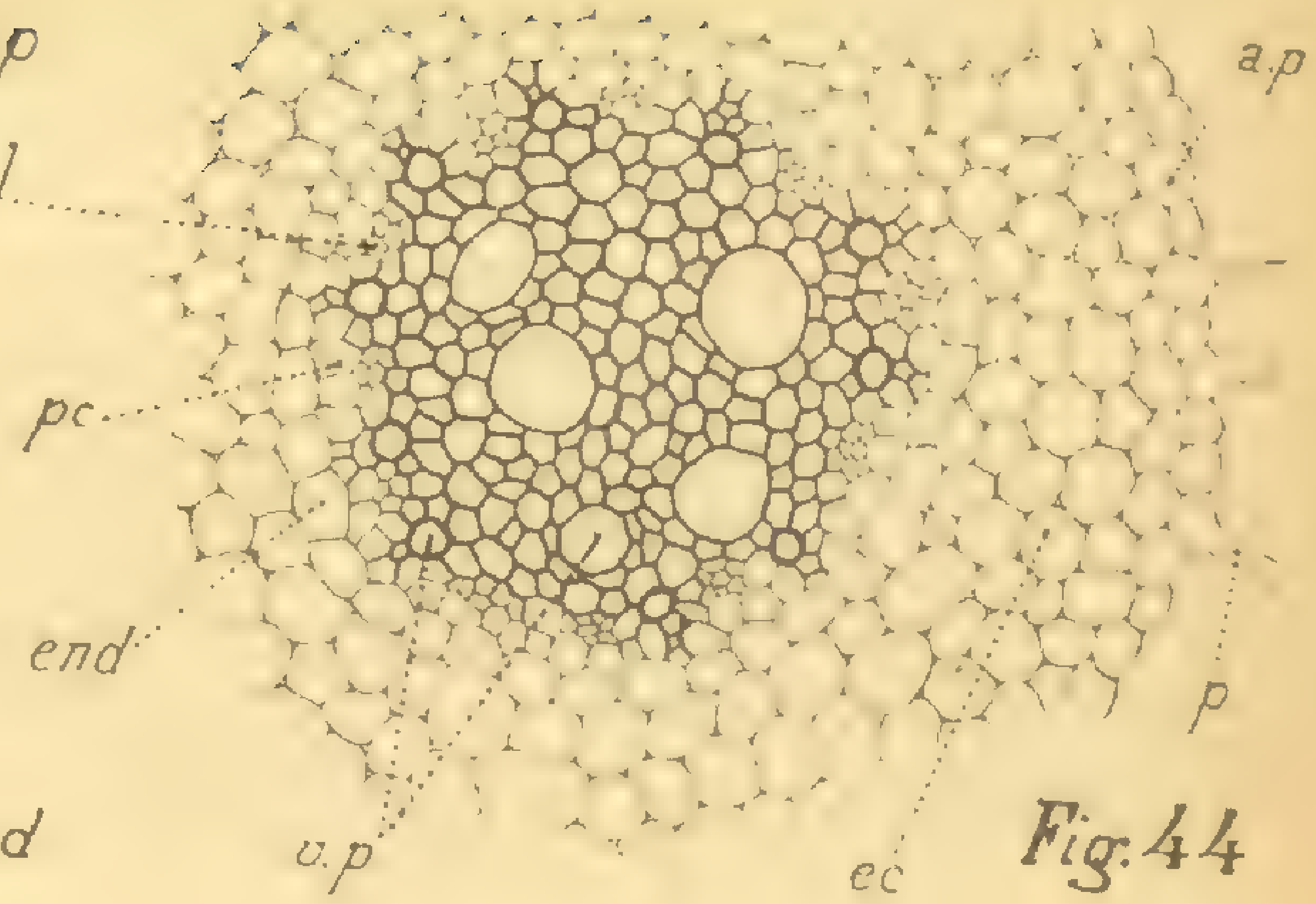

a.p
pc
end
v.p
ec
p

Fig. 44

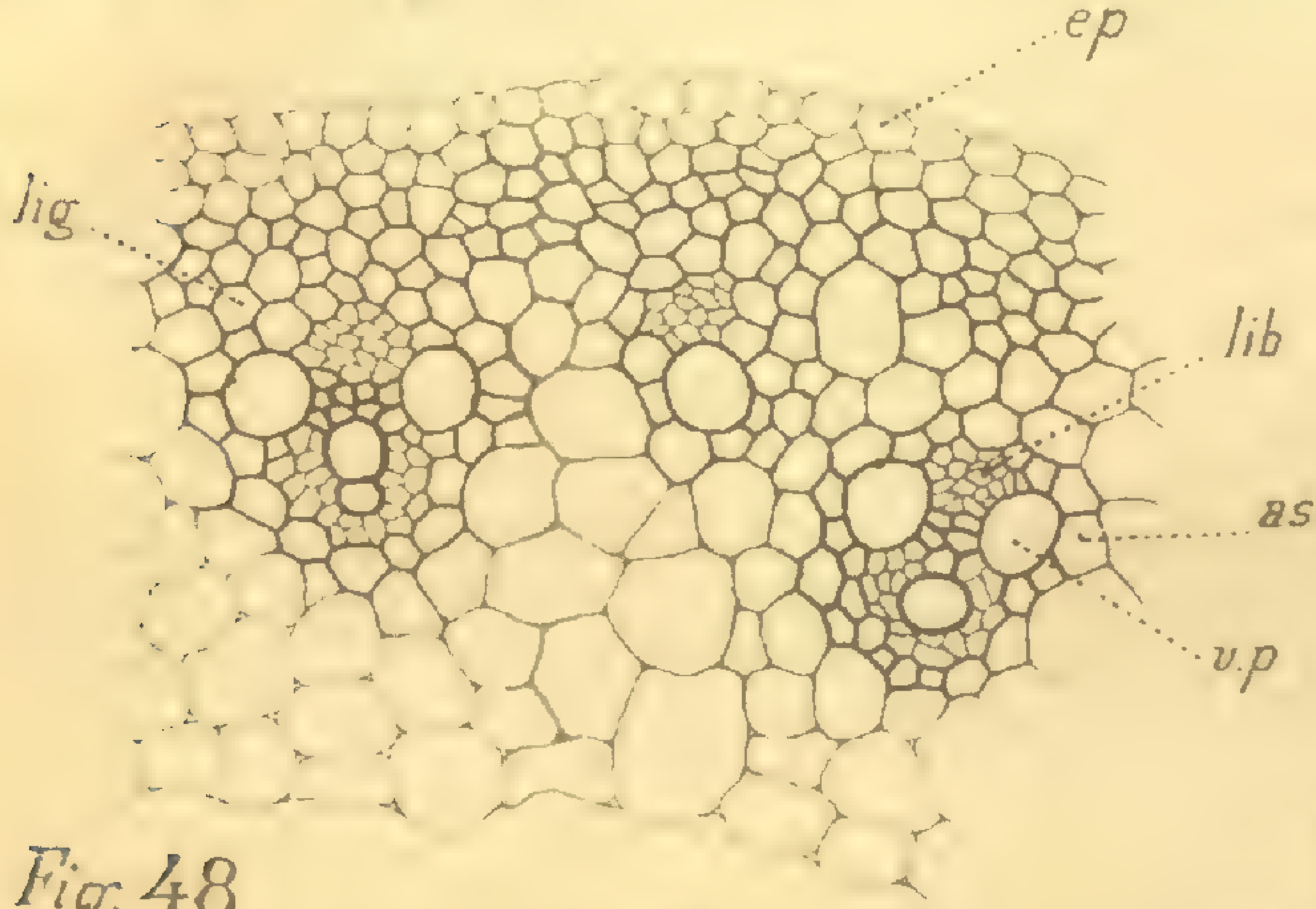

ep
lig
lib
as.l
v.p

Fig. 48

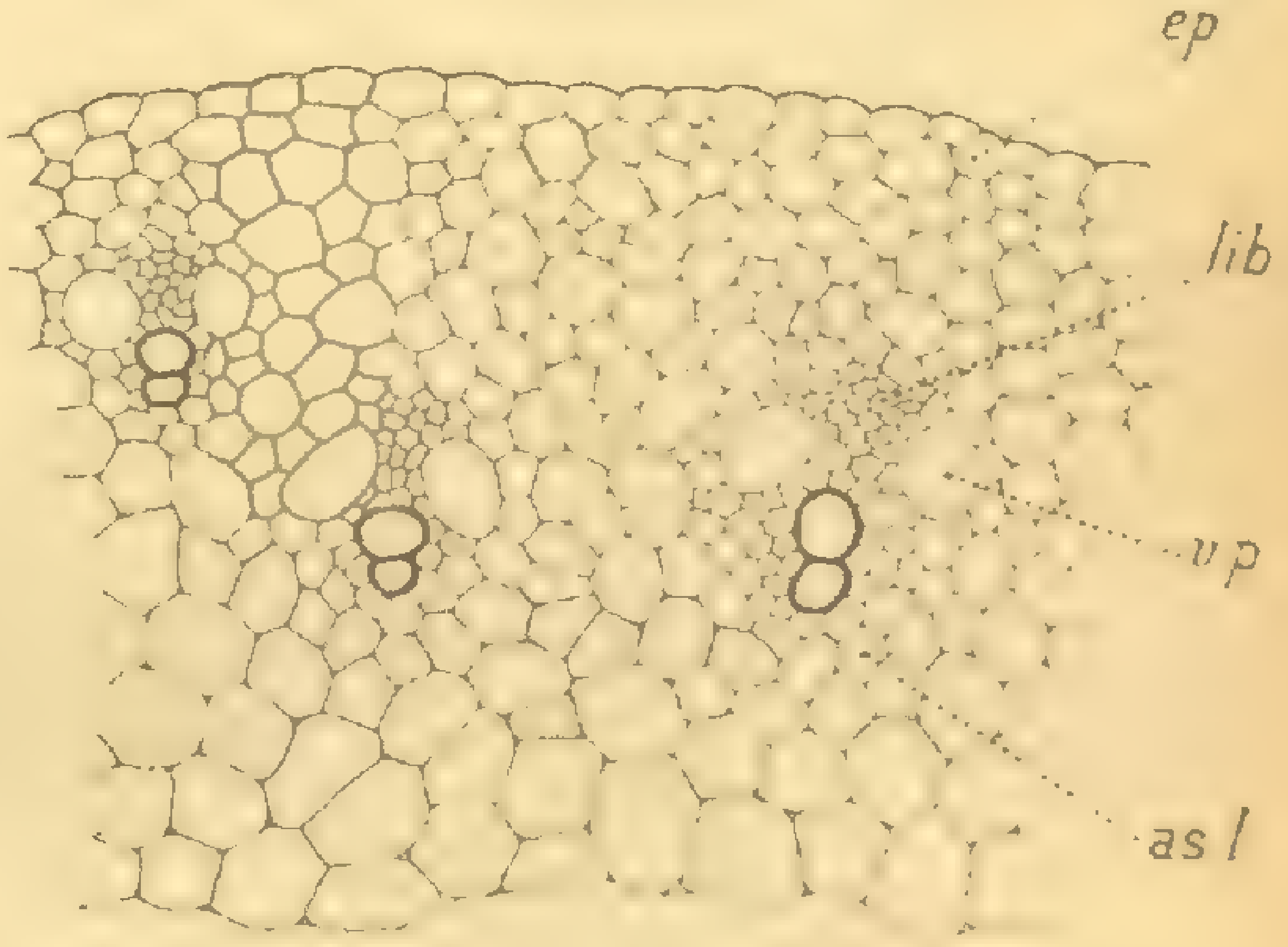

ep
lib
v.p
as.l

Fig. 46

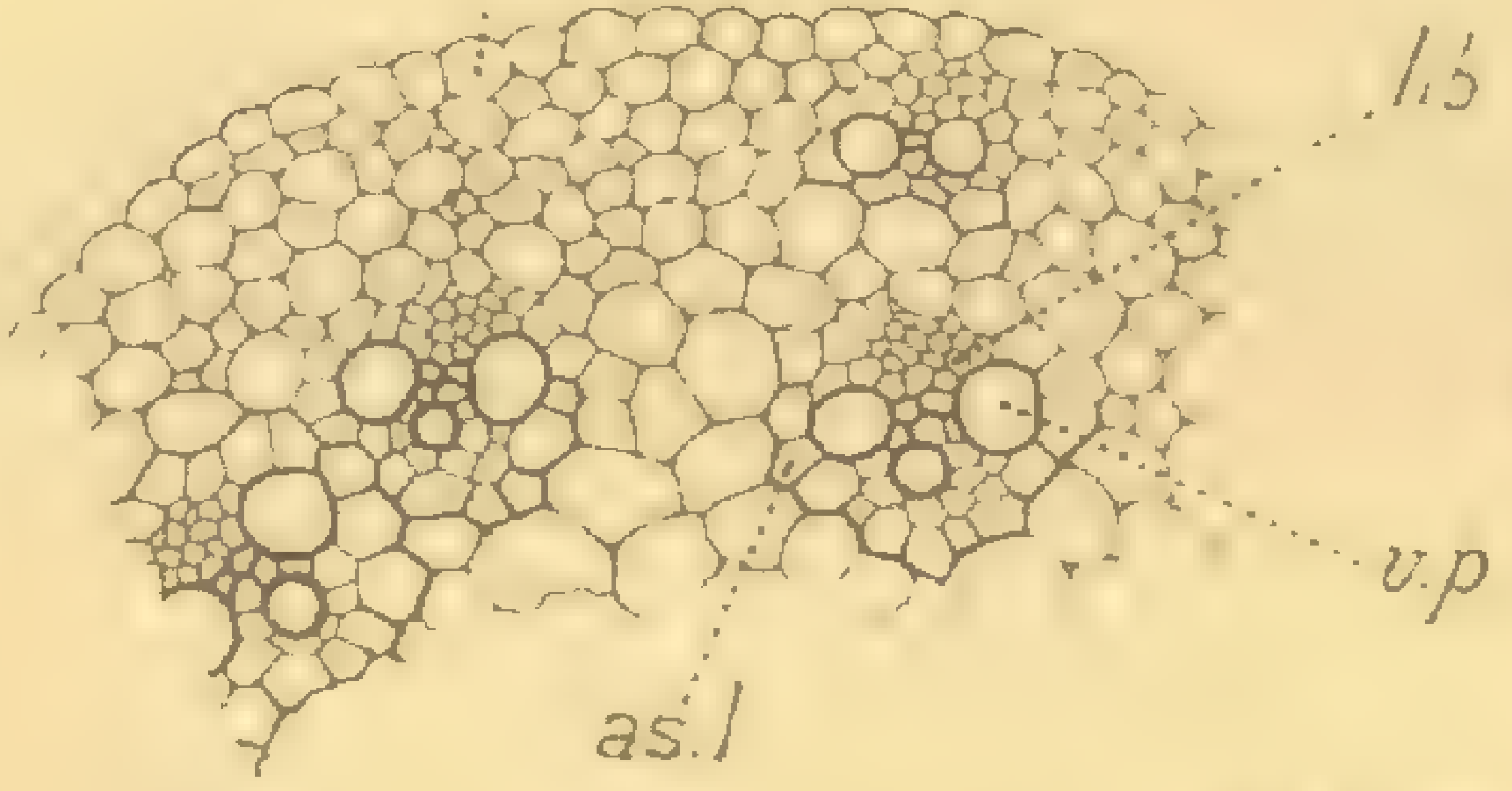

ep
lib
v.p
as.l

Fig. 45

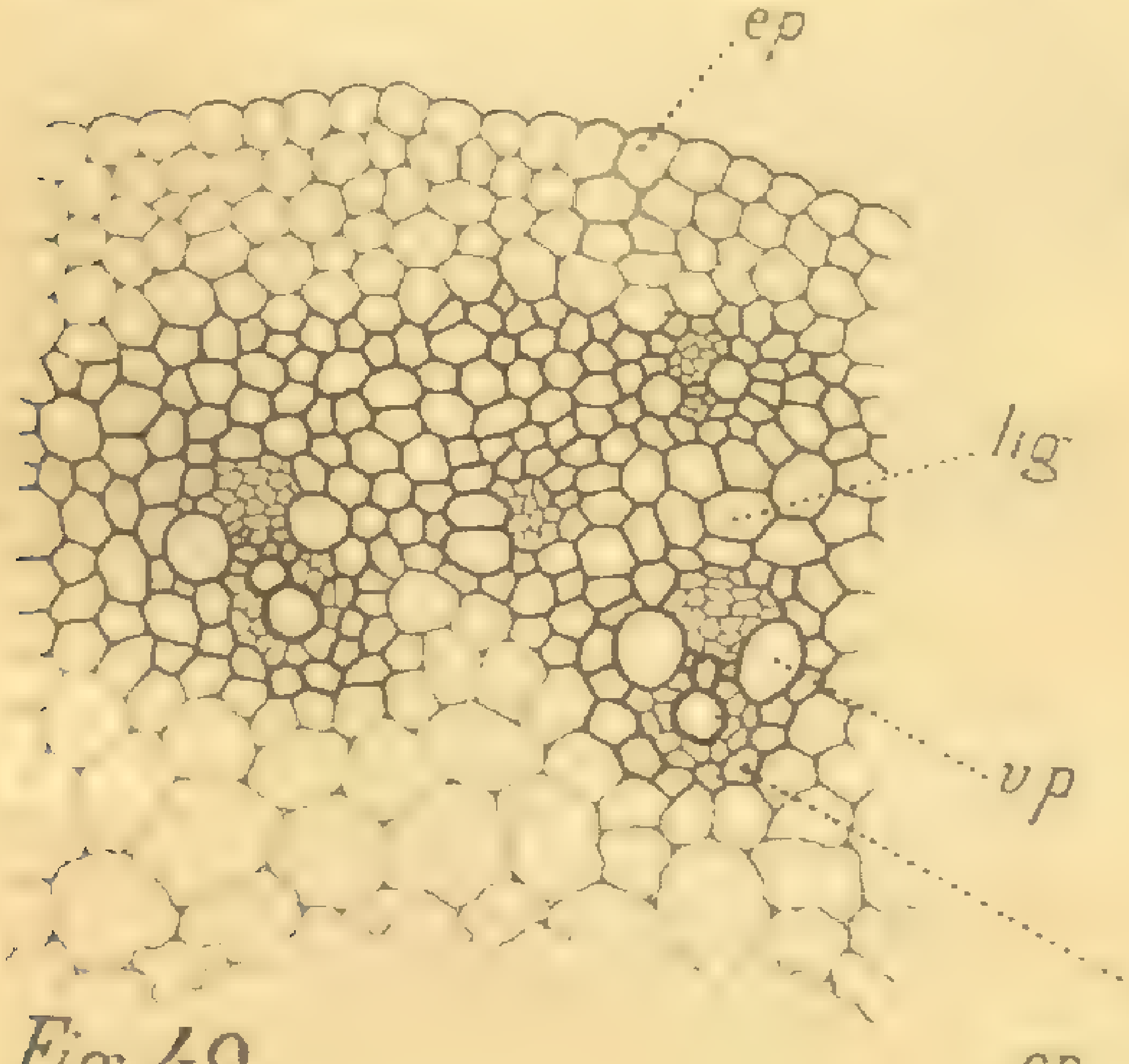

ep
lig
v.p
as.l

Fig. 49

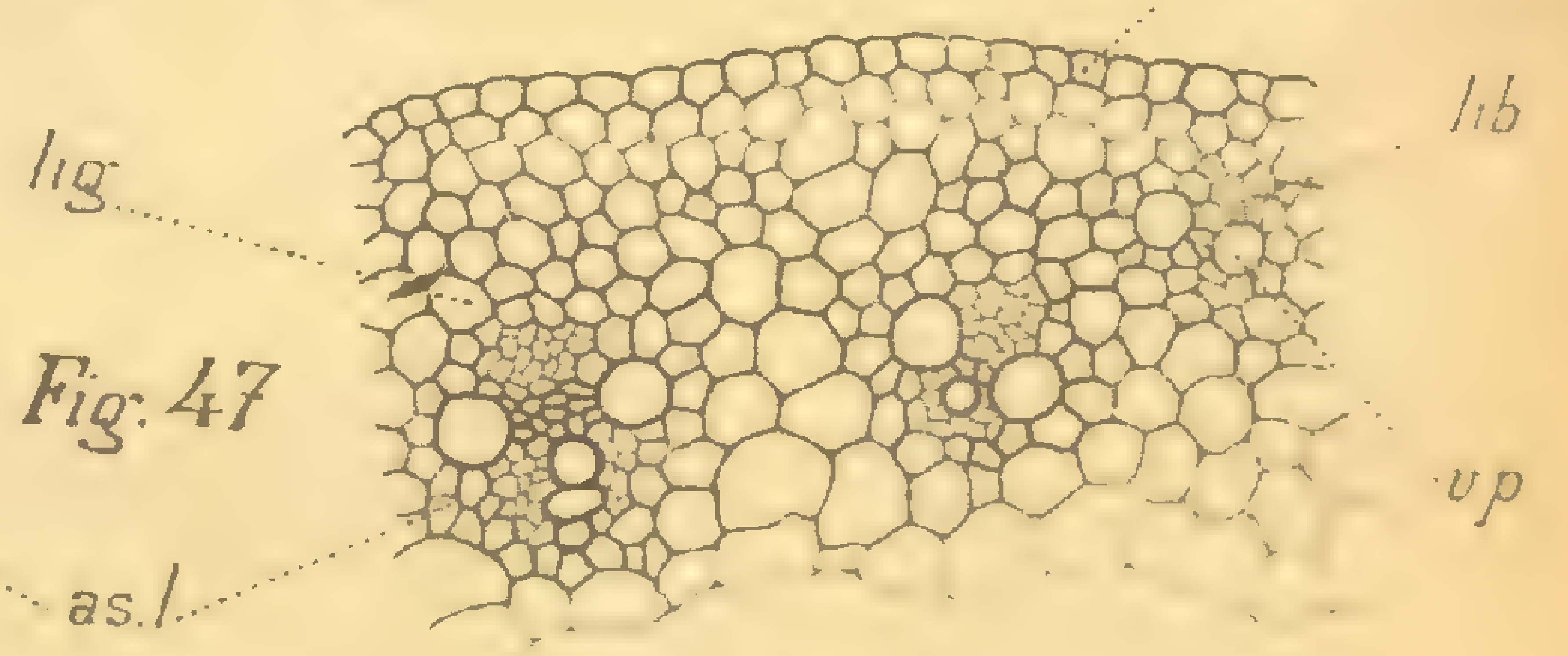

ep
lig
lib
v.p

Fig. 47

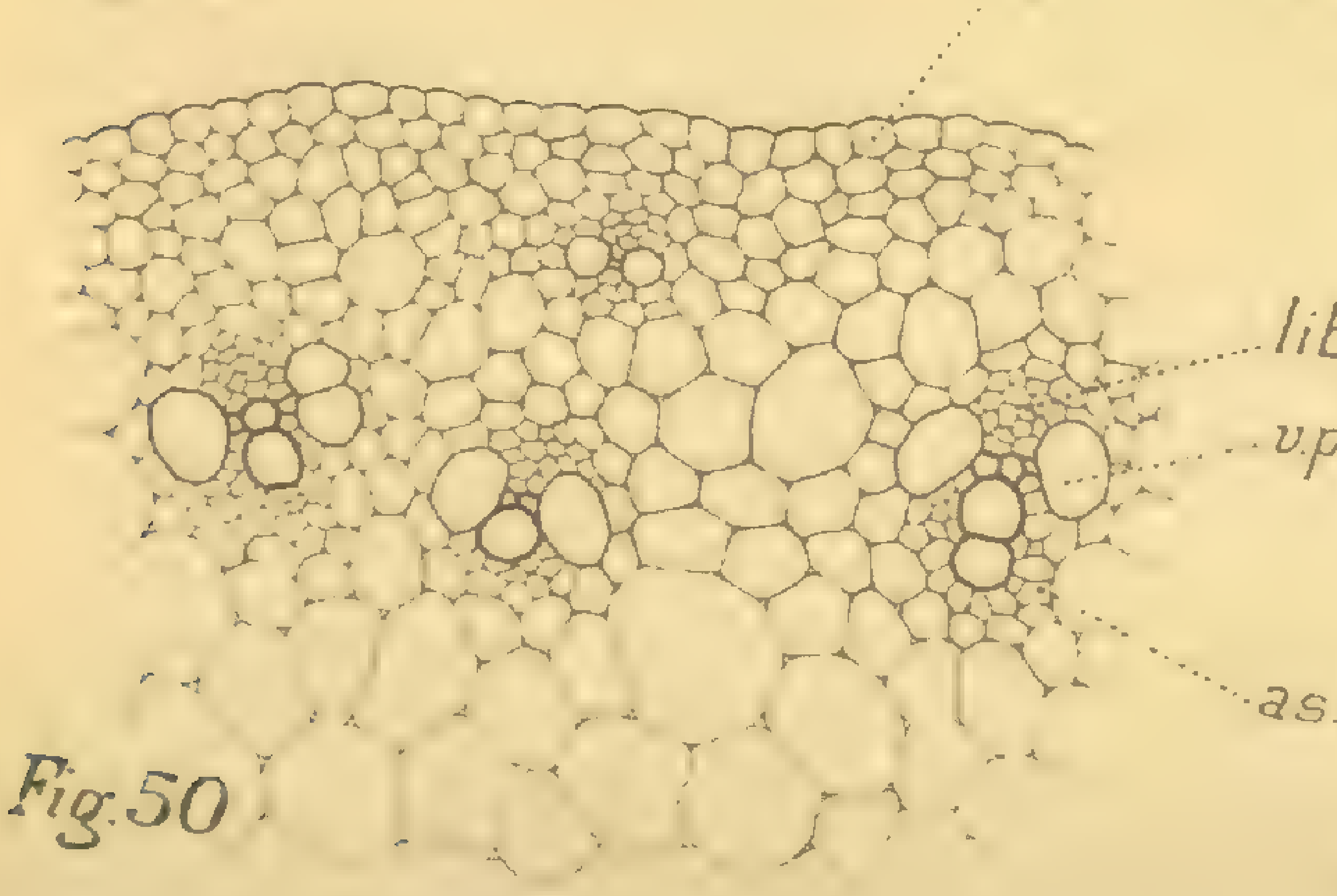

ep
lib
v.p
as.l

Fig. 50

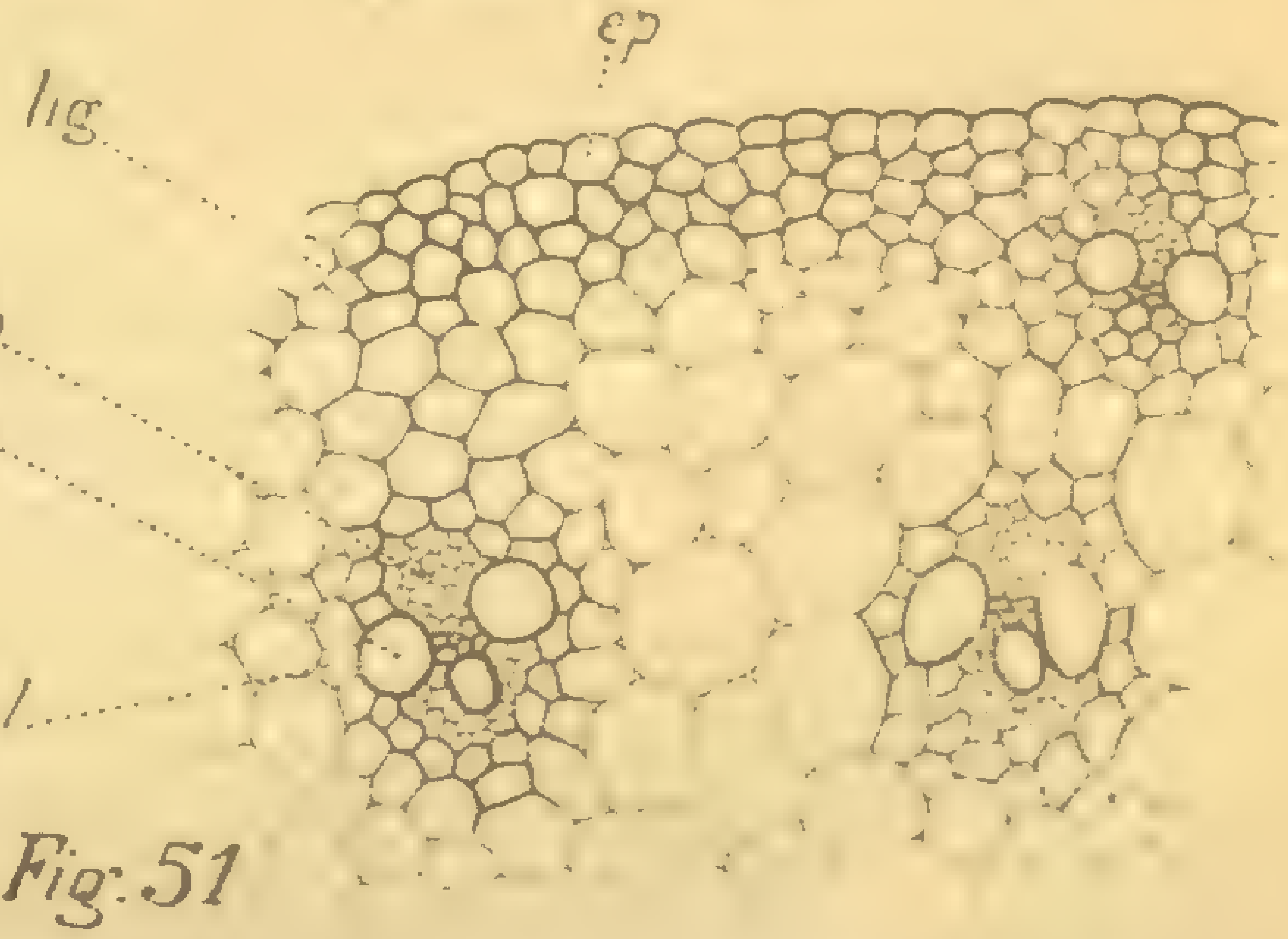


Fig. 51

Ch. Dassonville del. *Imp. Le Bigot.* *J. Poinsot sc.*

Blé

[45 (*eau*); 43, 46 et 48 (*potasse*); 47 (*soude*); 44 et 49 (*phosphate*); 50 (*sans silice*); 51 (*avec silice*)].

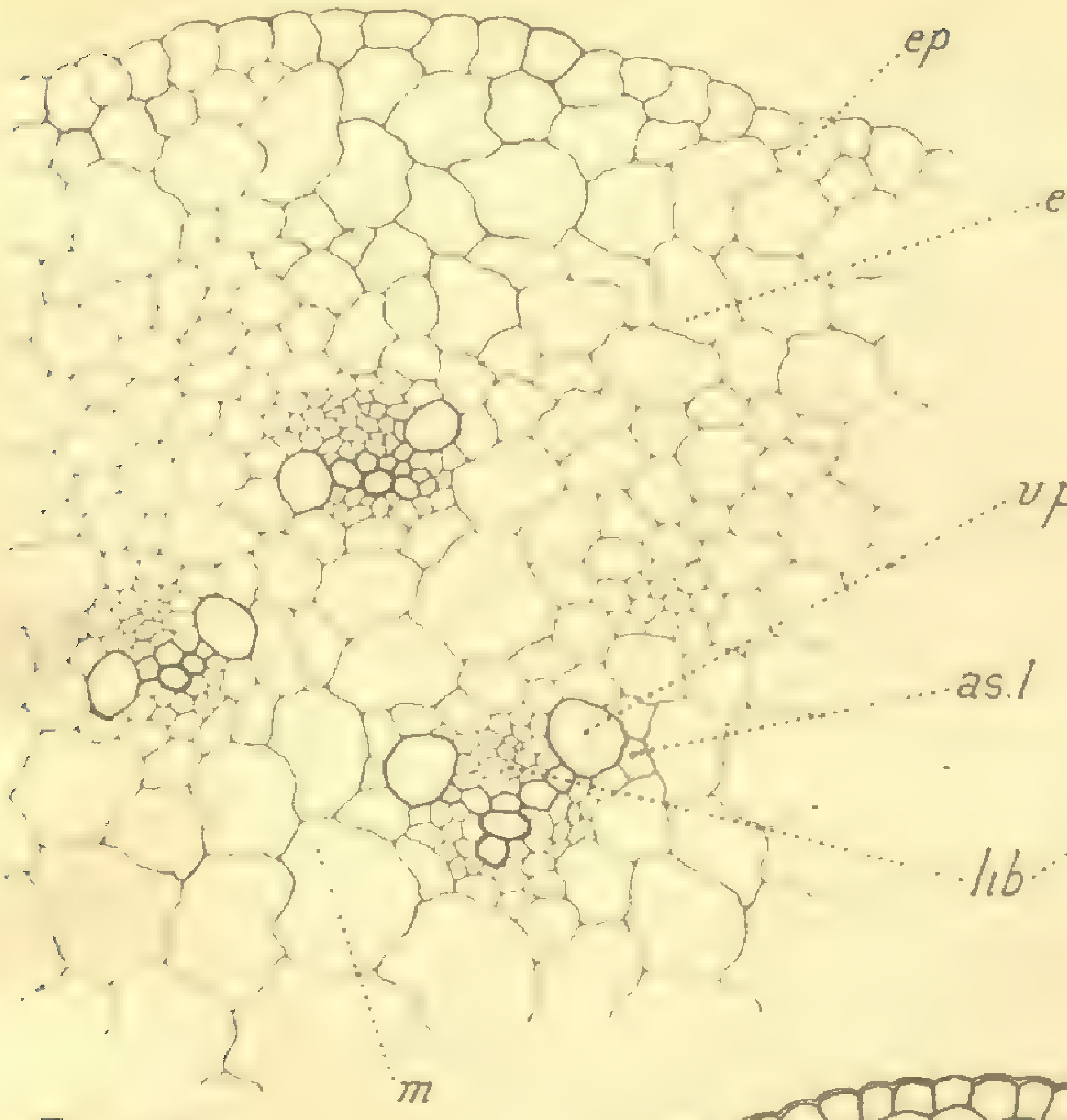

ep
ec
vp
as.l
lib
m

Fig. 53

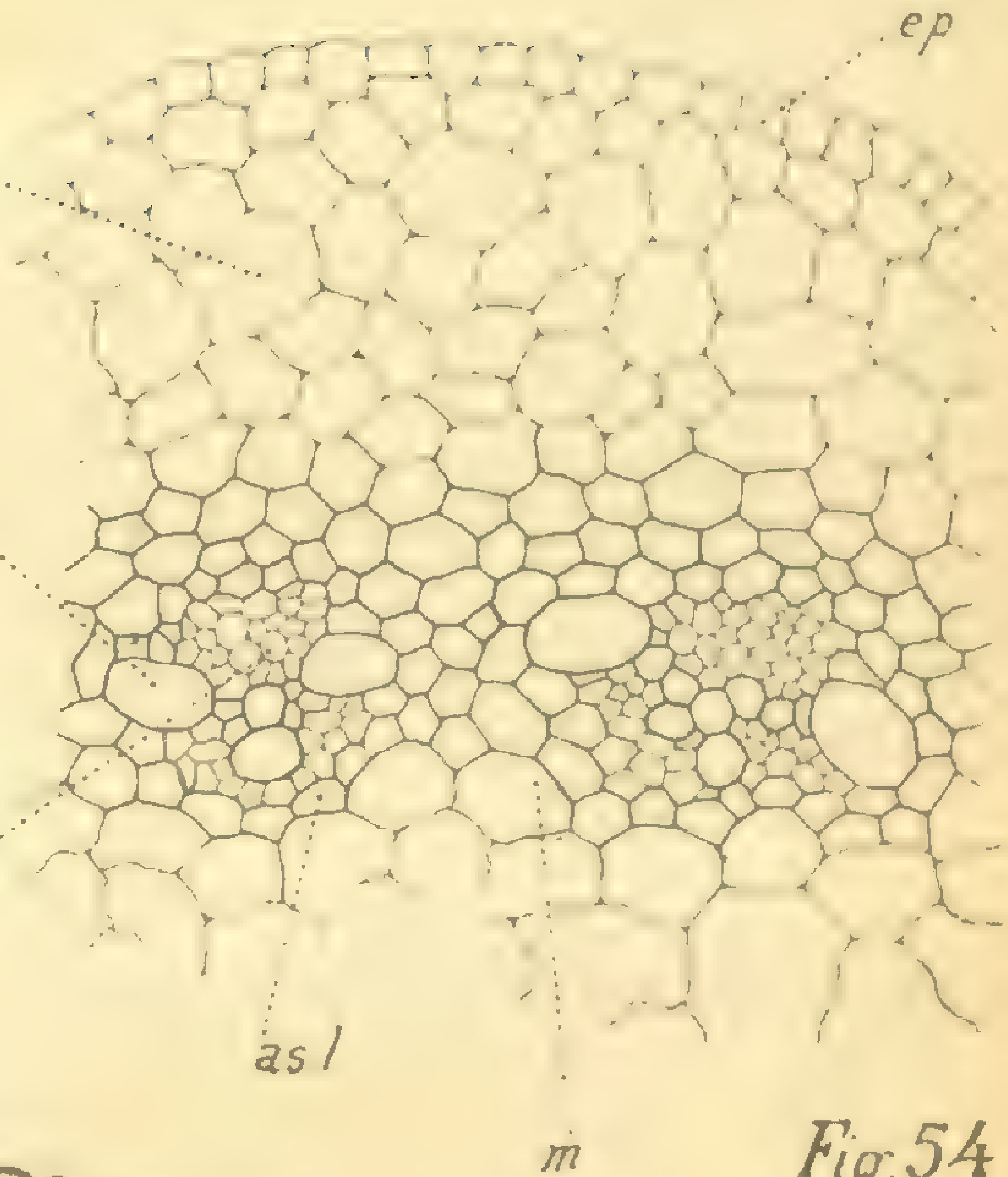


Fig. 54

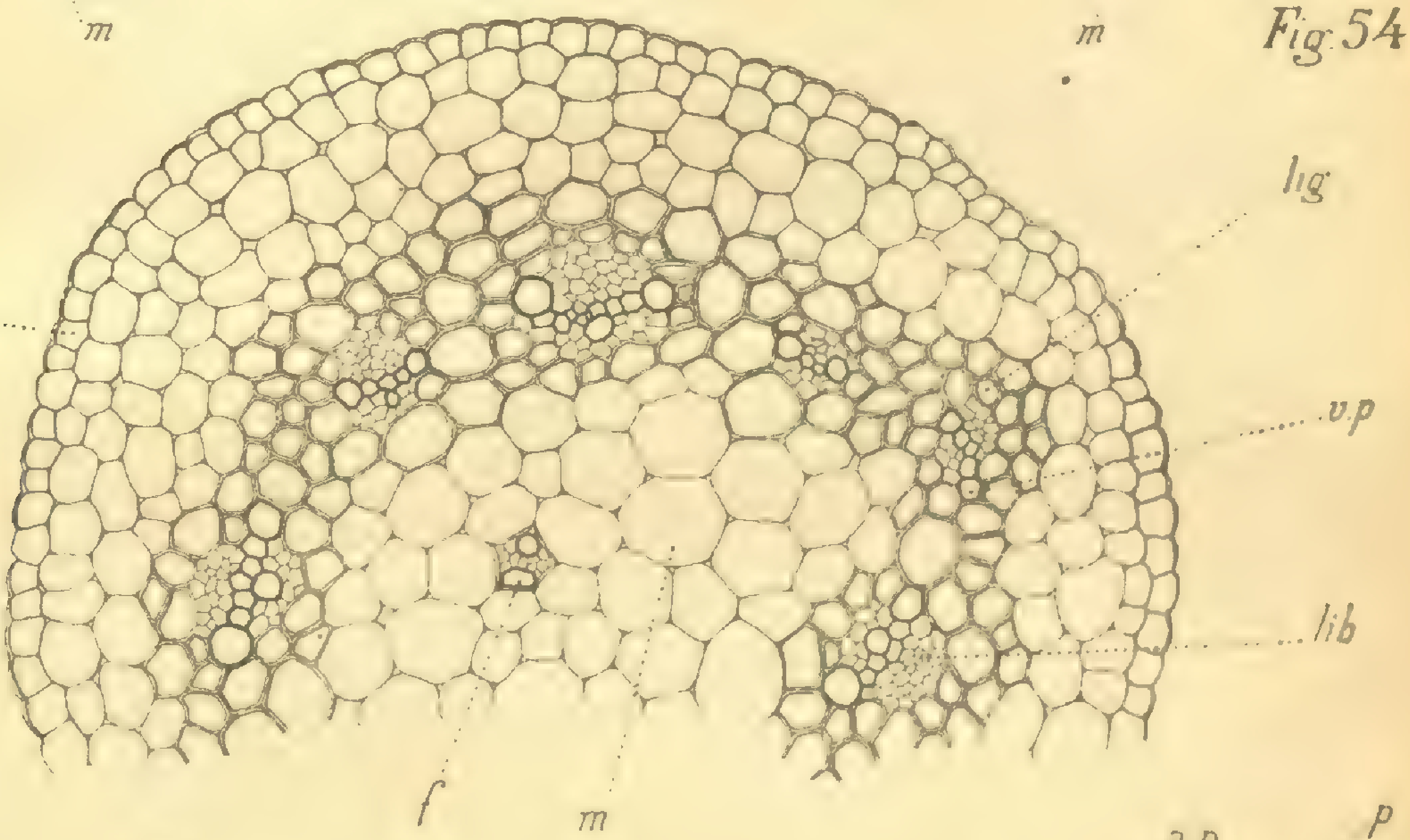

lig
ep
vp
lib
f
m

Fig. 52

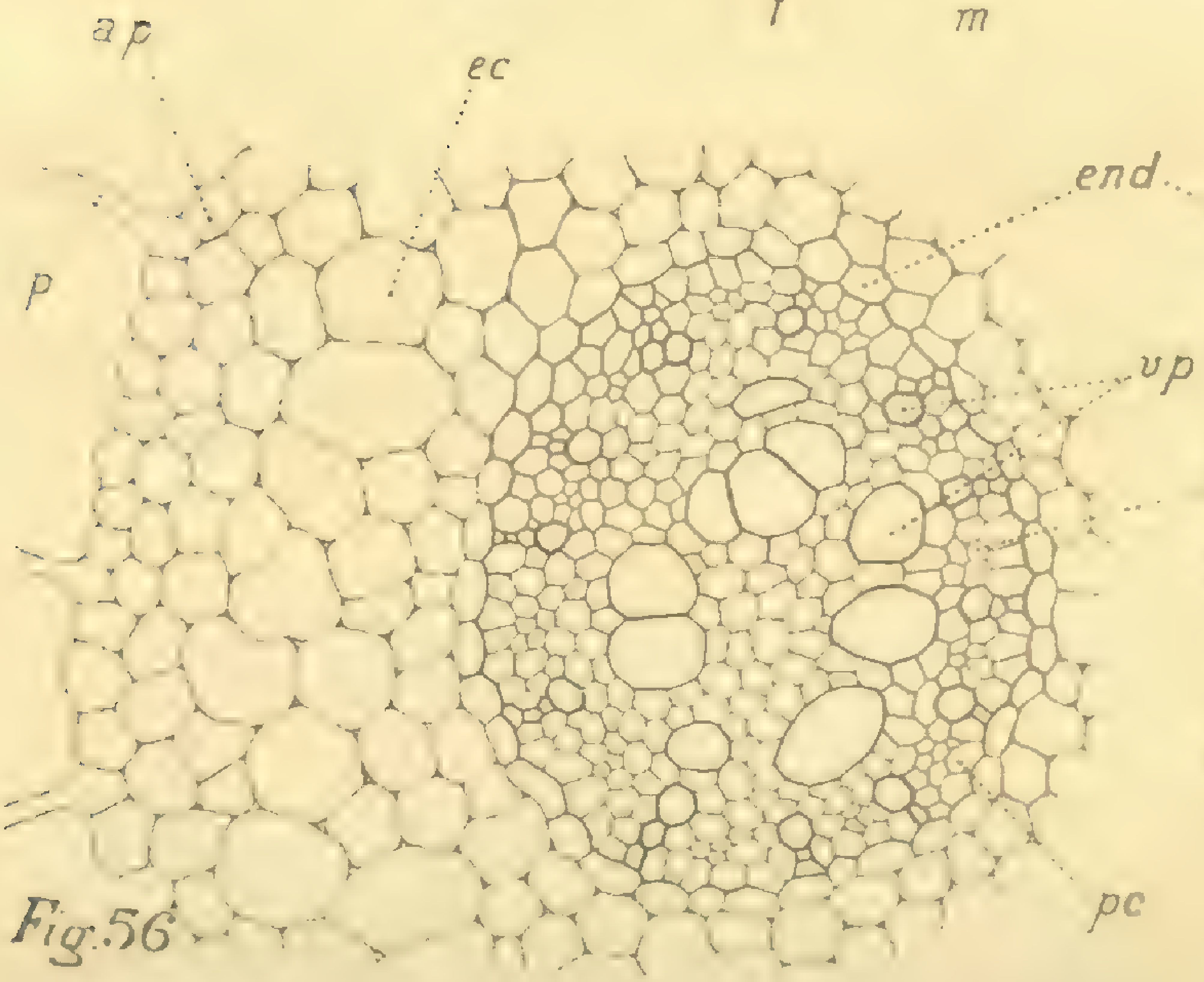

a p
ec
p
end
vp
pc

Fig. 56

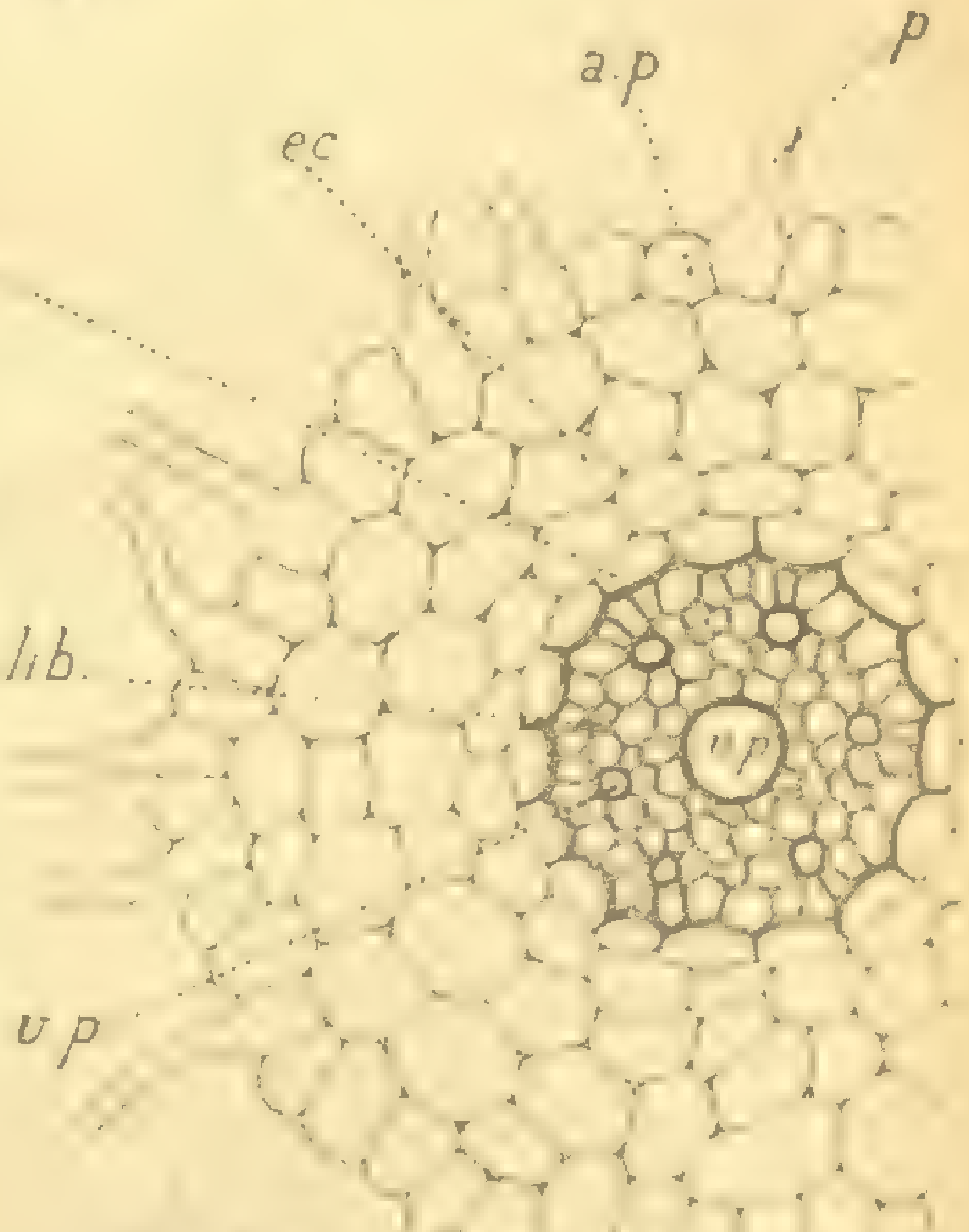
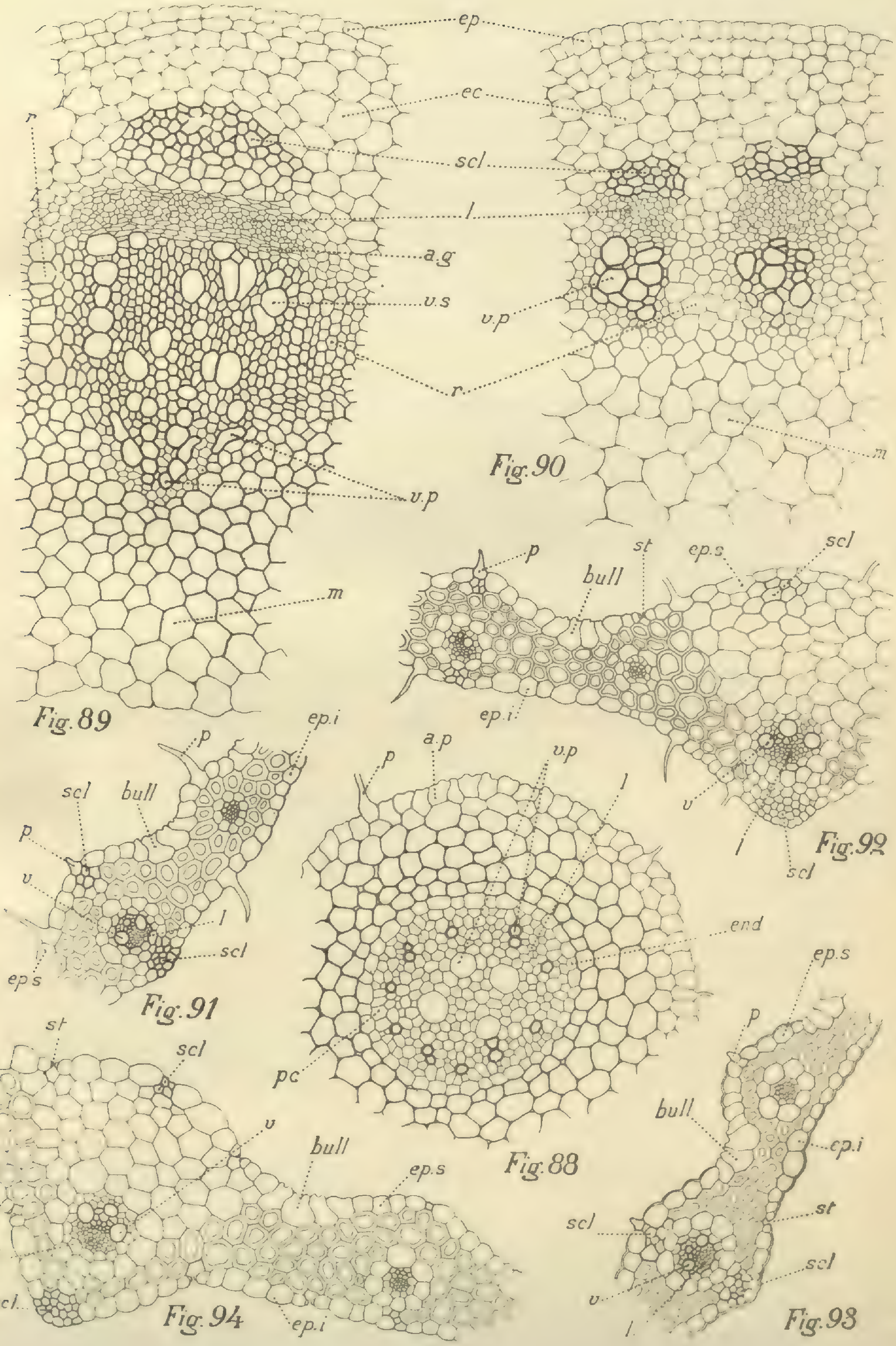

a.p
p
ec
lib.
vp
v p

Fig. 55

Ch. Dassonville del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Avoine

[52 et 55 *(eau)*; 53 *(potasse)*; 54 et 56 *(soude)*].


ep
ec
scl
l
a.g
v.s
v.p
r
m
Fig.89
Fig.90
p
st
bull
ep.s
scl
ep.i
v
l
Fig.92
p
ep.i
scl
bull
p
v
l
scl
ep.s
Fig.91
a.p
p
v.p
l
end
pc
Fig.88
st
scl
v
bull
ep.s
l
scl
ep.i
Fig.94
ep.s
p
bull
ep.i
st
scl
scl
v
l
Fig.93

Ch. Dassonville del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Fève [89 (*Knop*); 90 (*eau*)]. — *Blé* [92 (*Knop*); 88 et 91 (*eau*)].
Avoine [94 (*Knop*); 93 (*eau*)].

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats. etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Duchartre, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Mars 1898

N° 111

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 MARS 1898

I. — DE L'INFLUENCE DES RAYONS X SUR LA GERMINATION (avec planches), par **MM. Maldiney et Thouvenin** 81

II. — NOTES DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE (avec planche et figures dans le texte), par **M. Marin Molliard**.

- I. — Prolifération des fleurs de *Bromus erectus* sous l'action de l'*Ustilago bromivora* Tul 87
- II. — Action exercée par l'*Ustilago longissima* Sow., sur la structure des faisceaux du *Glyceria aquatica* . . . 91
- III. — Sur un cas de dimorphisme parasitaire chez le *Pteris aquilina* 93
- IV. — Modifications anatomiques déterminées chez un *Symplocos* par l'*Exobasidium Symploci* Ellis 96

III. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville** *(suite)* 102

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1894-1897, par **M. A. M. Hue** 125

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 1. — Premier appareil pour l'étude de l'influence des rayons X sur la germination.
PLANCHE 2. — Second appareil pour l'étude de l'influence des rayons X sur la germination.
PLANCHE 5. — *Maïs, Grand Soleil.*
PLANCHE 6. — *Pomme de terre, Sarrasin, Chanvre.*
PLANCHE 7. — *Lin, Pomme de terre, Seigle.*
PLANCHE 15. — Tumeurs produites sur le *Symplocos* sp. par *Exobasidium Symploci* Ell.

Cette livraison renferme en outre dix-huit gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir la troisième page de la couverture.

DE L'INFLUENCE

DES RAYONS X SUR LA GERMINATION

par MM. **MALDINEY** et **THOUVENIN**

Tous les auteurs qui, jusqu'à présent, ont étudié l'action des rayons X sur les plantes, ne reconnaissent à ces rayons aucune influence spéciale ; un seul auteur admet qu'ils agissent comme la lumière ordinaire.

M. Schober (1) a mis de très jeunes plantules d'avoine à l'abri de la lumière dans une caisse noircie en dedans et en dehors, mais transparente pour les rayons X. Le tube producteur des rayons, placé en dehors de la caisse, était distant des germes de deux centimètres seulement. Après l'action des rayons X pendant un certain temps, M. Schober a constaté que ces rayons n'avaient pas produit d'héliotropisme. Il a constaté en outre qu'à la suite de l'exposition aux rayons X les plantules expérimentées n'avaient pas perdu la faculté héliotropique.

M. Muller (2), qui a recherché si dans l'action des rayons solaires sur les plantes rien ne pouvait être attribué aux rayons Rœntgen, a conclu que, ni avec le secours des réactifs photographiques, ni avec celui des plantes douées d'un héliotropisme des plus sensibles, on ne pouvait constater de rayons X dans la lumière solaire.

MM. Beauregard et Guichard (3) ont établi que les rayons X semblent n'avoir aucune action sur la vitalité des microbes. M. Atkinson (4) a d'abord recherché si les rayons X exerçaient une action nuisible sur les plantes ; après avoir exposé à ces rayons pendant dix heures des plantes en voie de développement, il a remarqué qu'aucun résultat défavorable ne se manifestait.

---

(1) Schober : *Ein Versuch mit Röntgen'schen strahlen auf Keimplanzen* (Berichte der deutschen Botanisch Gesells., 1896, p. 108).

(2) Muller : *Konnen die Röntgens strahlen im Sonnenstrahl fur die Planzen zur Wirhung* (Ber. der deutsch. Bot. Gesell. Session extraordinaire, 1896, p. 66).

(3) Société de Biologie (Séance du 24 juillet 1897).

(4) Résumé dans la Revue scientifique (23 janvier 1898).

Cependant, de très jeunes plantes soumises à l'action des rayons X pendant quarante-cinq heures en cinq jours, lui ont paru manifester quelques troubles dans leur développement ultérieur, consistant en un léger retard ; elles cessèrent un peu moins vite que les témoins de présenter les signes d'étiolement dus à ce que la lumière du jour était exclue. Dans une expérience où la lumière ne fut pas exclue, il n'observa aucun effet nuisible.

M. Atkinson a constaté aussi que les rayons X n'exercent aucune influence sur les différentes Bactéries chromogènes, ni sur la vitalité du *Bacillus communis*, ni sur les Oscillariées, ni sur la Sensitive.

Aussi conclut-il que les rayons X n'ont aucune action sur la vie végétale. Cependant rien ne prouve qu'avec une exposition plus longue, on ne pourrait observer quelques résultats positifs.

M. Tolomès (1), par contre, est arrivé à des conclusions différentes de celles posées par les auteurs précédents. A la suite de ses recherches, il admet que l'action des rayons X sur les végétaux est identique à celle de la lumière blanche. Ainsi il a constaté que les rayons X n'agissent pas autrement que la lumière solaire sur le *Bacillus anthracis* ; il a vu encore des rameaux d'*Elodea* plongés dans l'eau chargée d'acide carbonique dégager, sous l'action des rayons X, des bulles comme en présence du soleil.

Nous avons entrepris de rechercher quelle peut être l'influence des rayons X sur la vie et la structure des végétaux. Notre travail est en cours d'exécution. Ce sont les résultats déjà acquis qui font l'objet de la petite note que nous publions aujourd'hui.

EXPÉRIENCE I. — Le 4 août, à dix heures du matin, des graines de Liseron (*Convolvulus arvensis*) et de Cresson alénois (*Lepidium sativum*) ont été semées dans deux pots A et B ; les conditions dans lesquelles se trouvaient placées ces graines étaient autant que possible identiques.

Le pot A a été soumis tous les jours, pendant une heure, à l'action des rayons X.

---

(1) *Atti dei Lincei* et résumé dans la *Nature* du 3 février 1898, p. 323.

Dans cette expérience et comme dans toutes celles qui suivent, l'intensité du courant était égale en moyenne à huit ampères ; l'appareil producteur des rayons X était un petit tube de la maison Chabaud (*A*, *A'*, Pl. 1 et 2), distant des graines de huit centimètres.

6 août, dix heures du matin : pot A, quatre graines de Cresson germent; pot B, rien.

8 août, dix heures du matin : pot A, les graines de Liseron commencent à germer ; pot B, les graines de Cresson germent.

Le 13 août seulement les graines de Liseron ont germé dans le pot B.

Expérience II. — Dans cette expérience mise en train le 17 août, à dix heures du matin, trois graines de Liseron ont été placées sur un fragment de tricot de laine saupoudré d'un peu de terre et maintenu constamment humide. Trois autres graines de la même espèce ont été exactement placées dans les mêmes conditions, mais soumises en outre chaque jour, pendant une heure, à l'action des rayons X.

Le 19, à dix heures du matin, deux de ces dernières graines avaient poussé des germes longs de 6 et 7^{mm} et le soir du même jour, à sept heures, nous avons constaté que la troisième germait. Les graines non soumises à l'action des rayons X n'ont commencé à germer que le 24.

La germination, dans ces deux expériences, a donc été hâtée chez les graines exposées aux rayons X.

Mais une grave objection se présente, les graines mises au-dessous du tube producteur des rayons X se trouvaient par là même dans un champ électrique et, comme on sait, l'électricité, dans une mesure convenable, favorise la végétation. Il importait donc, tout en exposant les graines aux rayons X, de les soustraire à l'influence du champ électrique. Aussi, avons-nous institué une nouvelle série d'expériences dans lesquelles cette condition était réalisée.

Comme dans l'expérience II, les graines étaient placées sur un fragment de tricot de laine recouvert d'une légère couche de terre maintenue constamment humide. Entre le tube et les graines sur lesquelles devaient agir les rayons X était interposée une mince lame d'aluminium (*L. Al.*, Pl. 1) en communication avec le sol (*f. t.*).

En outre, pour que les graines témoins fussent exactement dans les mêmes conditions que les autres, sauf l'action des rayons X, elles ont été placées sur le même support au-dessous de la lame d'aluminium, mais mises en dehors de l'influence des rayons X au moyen d'une épaisse lame de plomb (*P. Pb.*) qui les protégeait entièrement. Ces dernières graines se trouvaient donc, autant que possible, dans les conditions normales de la végétation.

Expérience III. — Conduite par M. Maldiney seul, cette expérience a été commencée le 1er septembre, à dix heures du matin.

Trois graines de Liseron ont été exposées dans les conditions énoncées plus haut, à l'action des rayons X.

Le 3 septembre, à huit heures du matin, ces trois graines avaient des germes longs de 5 à 6mm et, le 7 seulement, les trois graines témoins germaient.

Expérience IV. — Faite dans les mêmes conditions que l'expérience III, avec six graines de Cresson alénois ; trois de ces graines ont été soumises aux rayons X, les trois autres soustraites à leur influence.

L'expérience a commencé le 11 novembre, à trois heures du soir, une heure de rayons X ; le 12, trois heures de ces rayons et le 13, une heure ; ce même jour, à quatre heures du soir, les trois graines exposées aux rayons X avaient germé et il fallut attendre jusqu'au 17 pour voir les trois graines témoins germer à leur tour.

Pour les expériences qui suivent, l'appareil employé dans les expériences III et IV a été un peu modifié. Nous avons craint, en effet, que des lignes de force électrique contournant la lame d'aluminium, interposée entre le tube producteur des rayons et les graines, pussent arriver jusqu'à ces dernières qui se seraient donc encore trouvées dans un champ électrique. Il est vrai que les graines témoins étant sur le même support auraient, elles aussi, été dans un champ électrique, la lame de plomb qui se trouvait au-dessus d'elles ne pouvant guère les protéger puisqu'elle n'était pas en communication avec le sol. Cependant il nous a paru préférable d'éliminer toute possibilité d'une influence étrangère à celle des rayons X. Pour cela, la lame d'aluminium, repliée sur les bords, a été placée, mais seulement chaque jour pendant la durée de l'exposition aux rayons X, sur le support des graines qu'elle enveloppait à la façon d'un étui (*L. Al.*, Pl. 2) ; cette lame, bien entendu, était encore reliée au sol (*f. t.*). Comme précédemment une plaque de plomb (*P. Pb.*) disposée au-dessus des graines témoins (*Gr. t.*), empêchait les rayons X d'arriver jusqu'à elles.

Expérience V. — Commencée le 25 novembre, à onze heures du matin, avec six graines de Millet (*Panicum miliaceum*). Les trois graines expérimentées ont été soumises tous les jours, pendant deux heures, aux rayons X ; elles germent le 30 novembre.

Le 3 décembre, alors que les graines témoins ne montraient encore aucun germe, un accident est arrivé qui a mis fin à l'expérience.

Expérience VI. — Mise en train le 3 décembre, à neuf heures du matin, cette expérience a encore été faite avec des graines de Millet qui ont été exposées aux rayons X pendant deux heures chaque jour.

Sur les trois graines expérimentées, deux ont germé le 9 décembre et la troisième le 10 ; le 21 seulement les graines témoins germent.

Expérience VII. — Cette dernière expérience commencée, elle aussi, le 3 décembre, à neuf heures du matin, avec des graines de Liseron qui, tous les jours, ont été placées pendant deux heures sous l'influence des rayons X.

Les trois graines ainsi traitées n'ont germé que le 19 ; quant aux trois graines témoins, c'est tout au plus si le 24 décembre elles accusaient un léger gonflement. Quinze autres graines de Liseron, semées le 3 décembre et placées dans les mêmes conditions que les graines témoins se sont comportées comme elles, aucune n'ayant encore germé le 24 décembre.

On peut remarquer que dans les expériences faites à la fin de novembre et surtout durant le mois de décembre, le temps que les graines ont mis pour germer est assez long. Cela tient à ce que si dans la journée, le laboratoire où nous opérions avait une température convenable, 15 degrés en moyenne, il en était autrement pendant la nuit, où la température, malgré les précautions prises, s'abaissait parfois jusqu'à près de zéro.

On pourrait peut-être nous objecter que les rayons X ont produit une élévation de température dans la terre soumise à leur action, et qu'alors il est tout naturel que les graines semées dans cette terre aient germé avant les graines témoins.

Mais il n'en est rien, des expériences ayant été faites au moyen d'une paire d'aiguilles thermo-électriques reliées à un galvanomètre Thomson très sensible, aucune différence appréciable de température n'a pu être constatée entre la terre exposée pendant deux heures aux rayons X et celle qui ne l'était pas.

Il semble donc, maintenant, que l'on peut conclure *que les rayons X hâtent la germination*, tout au moins pour les graines de Liseron, Cresson alénois et Millet.

En outre, comme les jeunes plantules, au sortir de la graine, offraient la coloration jaune pâle habituelle, on peut en déduire *que les rayons X paraissent sans influence sur la formation de la chlorophylle* (1).

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Physique de l'Université de Besançon.

EXPLICATION DES PLANCHES 1 ET 2

L. Al, lame d'aluminium.
P. Pb, plaque de plomb.
f, t, fil reliant la lame d'aluminium avec le sol.
Gr. e, graine expérimentée.
Gr. t, graine témoin.

NOTES DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE

par M. Marin **MOLLIARD**

Je réunis sous ce titre quelques observations de pathologie qui me semblent présenter un certain intérêt au point de vue des modifications subies par les organes végétaux dans leur morphologie externe ou interne, soit que ces modifications nous renseignent sur la façon dont agit le parasite, soit qu'elles nous éclairent sur quelque point de morphologie normale ou qu'elles soient de nouveaux exemples particulièrement nets de phénomènes biologiques généraux.

1. PROLIFÉRATION DES FLEURS DE *BROMUS ERECTUS* SOUS L'ACTION DE L'*USTILAGO BROMIVORA* TUL.

Plusieurs espèces de Bromes sont attaquées par ce parasite dont l'action a été signalée par différents auteurs, Tulasne (1), Strohmeyer (2), soit au point de vue morphologique, soit au point de vue anatomique ; il forme ses spores dans l'ovaire et à la base des glumelles : les échantillons de *Bromus erectus* que j'ai rencontrés à Beaumont-sur-Oise atteints par cette Ustilaginée m'ont présenté, outre les faits déjà décrits, un phénomène qui n'a pas encore été signalé dans ce cas particulier et qui est assez rare dans l'histoire de la mycocécidiologie, je veux parler d'une prolifération des fleurs, transformation qui s'observe si communément au contraire dans les plantes attaquées par des Acariens et des Aphidiens, surtout chez les Crucifères et les Ombellifères.

Beaucoup des fleurs ainsi transformées présentent, entre la glumelle antérieure et la glumelle postérieure, dont la constitution reste normale, un long pédoncule floral replié sur lui-même et terminé par une fleur envahie par le parasite ; dans la figure 16, A, on voit une fleur qui offre en son centre, en place d'ovaire, deux pédoncules semblables, terminés l'un par une fleur F, l'autre par deux fleurs F_1 et F_2. Étudions d'un peu plus près les modifications qui sont représentées dans cette figure 16, A. On a supposé enlevées les deux glumelles dont l'extrémité supérieure atteindrait environ le niveau de la lettre F_1 ; en dedans de ces glumelles se trouvent quatre feuilles scarieuses (1, 2, 3, 4) ; la feuille 1, qui est placée entre la glumelle antérieure, possède, ainsi que les feuilles 3 et 4, une nervure médiane et deux nervures latérales qui, s'écartant dans la région moyenne, viennent converger vers l'extrémité de la nervure médiane (fig. 16, B) ; la feuille 2 opposée à la glumelle postérieure offre une nervation très différente (fig. 16, C) ; on trouve vers la partie gauche les trois nervures dont il vient d'être question, mais il s'y ajoute à droite une nervure qui, visiblement, n'appartient pas au même système que les précédentes et qui nous fait penser que l'écaille 2 est formée de deux feuilles accolées ; une échancrure médiane ne fait d'ailleurs que nous confirmer dans cette hypothèse ; on aurait alors non pas 4, mais 5 feuilles en dedans des glumelles ; il est assez naturel de regarder ces feuilles comme étant les représentants des deux glumellules et des trois étamines ; 3 et 4 seraient les glumellules, 1 l'étamine antérieure, 2 résulterait de la soudure des deux étamines postérieures. Rappelons que ce fait consistant dans la soudure de deux feuilles voisines n'est pas isolé dans la morphologie de la fleur des Graminées et que nous avons été amené, par des considérations d'ordre analogue, à regarder la glumelle postérieure comme formée par deux feuilles concrescentes latéralement (1).

---

(1) Tulasne : *Ustilaginées* (Ann. Sc. Nat. Bot. 3ᵉ Sᵉ, VII, 1847).

(2) Strohmeyer : *Anatomische Untersuchung der durch Ustilagineen hervorgerufenen Missbildungen* (Inaug. Dissert. 1896. Erlangen).

Nous ne trouvons pas trace de carpelles dans ces fleurs prolifères, mais le nombre des pédoncules naissant en leur centre, qui est toujours de un ou de deux, semble bien indiquer, comme c'est le cas général pour ce phénomène dans les autres plantes, que ces pédoncules naissent à l'aisselle des carpelles, que ceux-ci sont par conséquent au moins au nombre de deux ; mais l'un d'eux n'est jamais aussi bien développé que l'autre, ne donne pas toujours, par suite, de bourgeon axillaire, ou ce dernier se développe en un pédoncule plus grêle, comme c'est le cas pour la fleur représentée par la figure 16, A.

---

(1) M. Molliard : *Cécidies florales* (Ann. Sc. Nat. Bot., 8e Sér., I, p. 213 ; 1895)

La fleur F est constituée par deux feuilles opposées, semblables entre elles et comparables à des glumes ; en dedans de ces glumes aucun organe n'est développé, on n'y trouve qu'un massif informe envahi par le parasite ; on a donc ici un épillet réduit à une fleur ; l'autre épillet présente également deux glumes G et G′ et chacune des deux fleurs dont il est composé, a ses deux glumelles plus ou moins déformées ; la fleur F_2 offre en outre un phénomène de même ordre que la fleur initiale, c'est-à-dire une prolifération, mais à un degré moindre, et centrale au lieu d'être latérale ; en dedans des glumelles se trouve, en effet, un cycle formé par trois feuilles, dont une est soudée aux deux voisines ; chacune est termi-

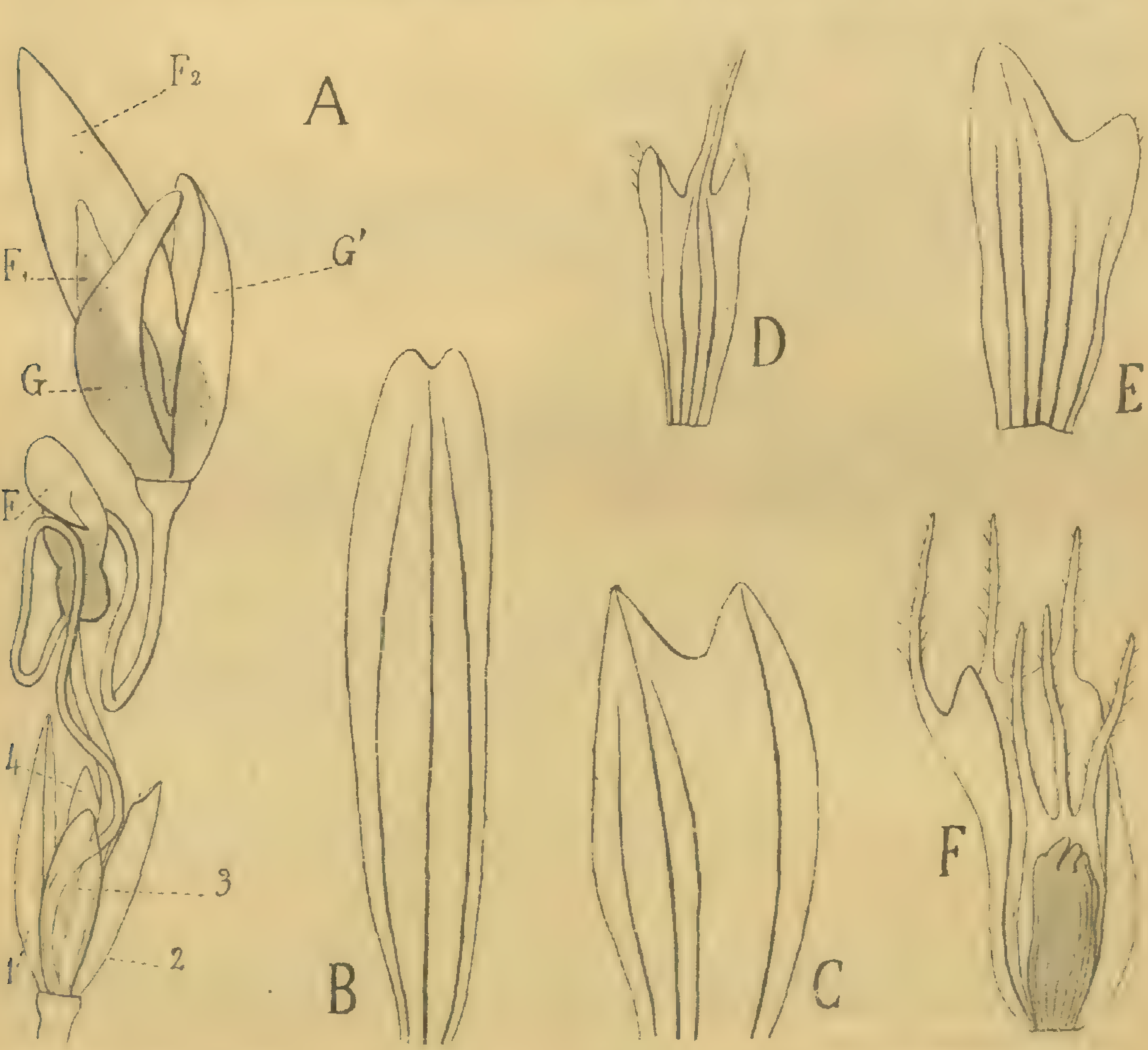


Fig. 16. — *Bromus erectus* attaqué par l'*Ustilago bromivora*. A, Fleur prolifère ($G = 10$) ; B, glumellule ; C, deux étamines concrescentes ; D. étamine modifiée ; E, glumellule et étamine concrescentes ($G = 10$), F, pistils emboîtés ($G = 30$).

née par une pointe assez allongée et ayant tous les caractères d'un stigmate plumeux; ce sont les trois étamines transformées, offrant les caractères de phyllodie sur lesquels nous allons revenir, et en dedans desquelles on voit un pistil ouvert à la partie supérieure et présentant trois stigmates; ce pistil contient à son tour à son intérieur un dernier pistil peu développé, également ouvert, et à trois stigmates et présentant un ovule rudimentaire: nous observons ici des pistils emboîtés les uns dans les autres (fig. 16, F), tout à fait comparables à ceux que j'ai signalés (1) dans les fleurs doubles de *Petunia hybrida* et rentrant dans la catégorie des phénomènes de *prolifération endocarpique* de Godron.

Le nombre des stigmates, qui est toujours de trois dans ces pistils, vient à l'appui des considérations de morphologie normale pour faire admettre l'existence de trois carpelles concourant à la formation des pistils des Graminées.

La fleur que nous venons d'étudier nous a présenté les principales modifications qu'on peut rencontrer dans le *Bromus erectus* attaqué par l'*Ustilago bromivora :* une seule nous a aussi échappé, que nous allons décrire dans une seconde fleur; à sa base nous observons quatre lames disposées en dedans des glumelles; celle qui est placée contre la glumelle antérieure s'offre à nous comme une étamine dont les sacs polliniques se sont transformés en lames en tout semblables à celles que j'ai décrites pour les étamines du *Bromus erectus* subissant l'action du *Phytoptus tenuis* Nal.; il en est de même d'une des étamines situées contre la glumelle postérieure; l'une des deux autres lames existantes représente une glumellule; quant à la dernière, elle apparaît comme résultant de la concrescence de la seconde glumellule avec la troisième étamine à cause de sa nervation et de sa structure nettement distincte sur les deux moitiés; il suffira, pour s'en convaincre, de comparer les figures 16, B (glumellule), 16, D (étamine transformée) et 16, E, se rapportant à la quatrième lame dont il s'agit.

Cette seconde fleur nous confirme donc dans notre manière de comprendre la valeur de ces écailles qu'on trouve en dedans des glumelles des fleurs prolifères, car ici la nature des étamines est encore reconnaissable et nous montre que deux feuilles voisines peuvent se développer en restant soudées latéralement.

---

(1) M. Molliard : *Sur la formation du pollen dans les ovules du Petunia hybrida* (Rev. g. de Bot., VIII, 1896, p. 56).

En résumé, les fleurs du *Bromus erectus* peuvent présenter les principaux phénomènes suivants lorsqu'ils sont envahis par l'*Ustilago bromivora* :

1° *Phyllodie des étamines ;*

2° *Prolifération latérale*, des axes d'épillets apparaissant au centre de la fleur ;

3° *Prolifération centrale*, plusieurs cycles de carpelles se montrant emboîtés les uns dans les autres.

Un grand nombre de Graminées ont leurs épillets attaqués par des Ustilaginées et il serait assez singulier que les transformations dont nous venons de parler ne se rencontrent que dans un cas particulier. La seule espèce chez laquelle nous ayons cherché à retrouver trace de ces phénomènes pathologiques est l'*Avena sativa* attaquée par l'*Ustilago segetum* ; nous avons constaté que dans ce cas le parasite produit sur son hôte des effets très comparables à ce que nous venons de décrire ; ils sont simplement moins accentués, les pédoncules florifères secondaires étant moins longuement développés, et surtout ils sont masqués rapidement par la destruction précoce de tous les organes floraux. Nous avons retrouvé la même prolifération et une transformation des étamines absolument identiques ; nous avons même observé dans cet exemple un cas de prolifération répété, la fleur secondaire provenant de la formation d'un premier axe présentant à son tour le même phénomène.

II. ACTION EXERCÉE PAR L'*USTILAGO LONGISSIMA* SOW. SUR LA STRUCTURE DES FAISCEAUX DU *GLYCERIA AQUATICA*

Je ne reviendrai pas sur les transformations que le parasite fait subir aux feuilles de l'hôte, où il se révèle par de longues files de spores, situées non seulement dans les lacunes aérifères comprises entre deux régions vasculaires voisines, comme l'a montré de Bary (1), mais aussi dans le tissu environnant, ainsi que l'indique O. Strohmeyer (2) ; je ne veux signaler ici que l'action du parasite sur les faisceaux libéro-ligneux situés dans les bandes de parenchyme qui bordent chacun des files de spores; Strohmeyer dit bien que les cellules parenchymateuses subissent une hypertrophie et que leur nombre augmente dans les régions envahies par l'Ustilaginée, mais il ajoute que les faisceaux sont simplement éloignés l'un de l'autre sans subir aucune modification; or, dans tous les échantillons de *Glyceria aquatica* que j'ai examinés la dissymétrie physiologique dans laquelle se trouve le faisceau, bordé d'un côté par un tissu attaqué par le parasite et de l'autre par un tissu sain, retentit sur sa constitution anatomique, et cela d'une manière très frappante.

---

(1) De Bary : *Untersuchungen über d. Brandpilze*, p. 8.

(2) Otto Strohmeyer : *l. c.*

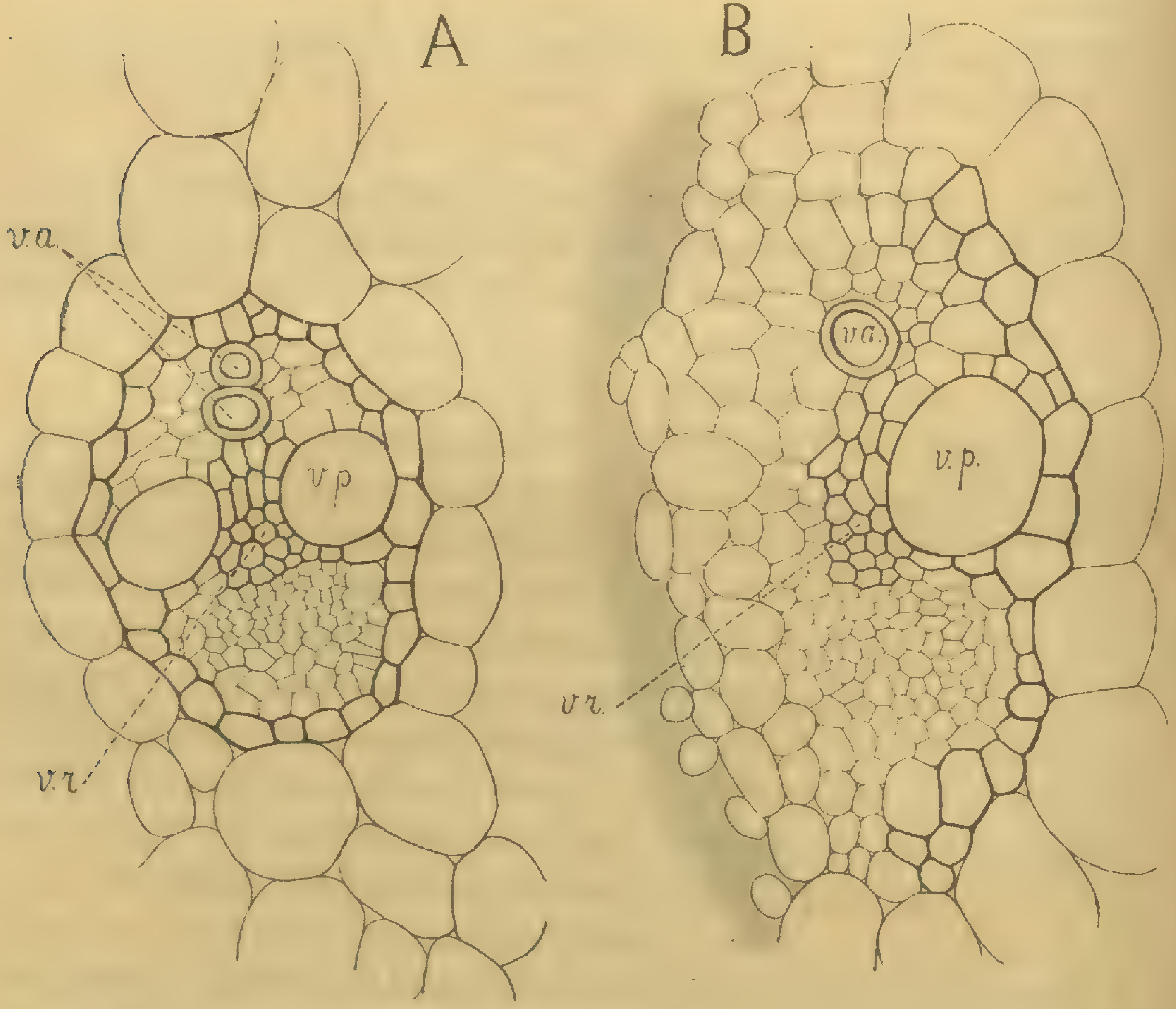


Fig. 17. — **A**, faisceau normal de la feuille de *Glyceria aquatica*; **B**, faisceau à gauche duquel se trouve une lacune occupée par l'*Ustilago longissima* (G=275).

Les faisceaux normaux sont constitués par 1 ou 2 vaisseaux annelés ou spiralés médians, suivis d'un massif de vaisseaux réticulés, de chaque côté duquel se développe un très large vaisseau ponctué; le faisceau est entouré de toutes parts par une gaine sclérifiée qui n'est séparée latéralement de la lacune aérifère que par une assise de grandes cellules parenchymateuses. Si l'Ustilaginée a pénétré dans une de ces lacunes le faisceau prend un aspect très dissymétrique, qui tient à ce que, du côté du parasite, le gros vaisseau ponctué ne s'est pas développé; la gaine sclérifiée n'existe pas non plus et les tissus normaux situés entre la lacune aérifère d'une part, les vaisseaux annelés, spiralés, réticulés et le liber d'autre part, sont remplacés par un tissu parenchymateux uniforme dont les cellules sont d'autant plus écartées les unes des autres par le mycélium du parasite qu'elles sont plus extérieures. C'est un exemple de plus à ajouter à ceux qui existent déjà nombreux montrant qu'une cellule attaquée par un parasite au moment où elle est encore indifférenciée est détournée de sa voie de différenciation normale pour devenir une cellule nourricière de ce parasite.

Le sclérenchyme, qui reste normalement bien développé en dessous de l'épiderme des deux faces de la feuille, au niveau des faisceaux, subit en même temps une réduction considérable dans les régions envahies.

III. SUR UN CAS DE DIMORPHISME PARASITAIRE CHEZ LE *PTERIS AQUILINA*

Tout parasite détermine dans l'hôte qu'il attaque des modifications physiologiques qui sont accompagnées de transformations anatomiques et morphologiques; mais le plus souvent il est facile de reconnaître la nature pathologique de ces dernières parce qu'elles n'intéressent que certains organes ou même une partie de ceux-ci; la nature spécifique de la plante reste ainsi évidente; il n'en est pas cependant toujours ainsi et il peut arriver que la plante attaquée soit modifiée à la fois dans toutes ses parties, qu'elle acquière ainsi un port tout différent de celui qu'elle possède à l'état normal, qu'elle présente, en d'autres termes, un véritable *dimorphisme parasitaire;* j'en ai trouvé un exemple très net dans des frondes de *Pteris aquilina* subissant l'action d'une espèce non décrite de *Phytoptus*.

J'ai rencontré les échantillons auxquels je fais allusion au milieu d'autres parfaitement normaux, sur des falaises des Côtes-du-Nord, à St-Cast; je les avais recueillis croyant avoir affaire à une variété du *Pteris aquilina* et ce n'est qu'en les examinant de plus près que je reconnus la nature parasitaire de cette anomalie ; toutes leurs folioles hébergeaient des *Phytoptus* que je n'ai jamais retrouvés sur les individus ayant le port habituel.

On sait que les frondes saines de la Fougère qui nous occupe sont à peu près planes, les pétioles secondaires se trouvant dans le même plan que le pétiole principal ; les échantillons sains que j'ai étudiés, provenant du même endroit que ceux qui étaient attaqués, présentaient des frondes tripennatiséquées, au moins vers la base ; la figure 18 représente l'extrémité d'une de ces frondes qui n'est dans cette région terminale que bipennatiséquée au plus ; tous les segments de la feuille sont presque plans et ont un contour régulier.

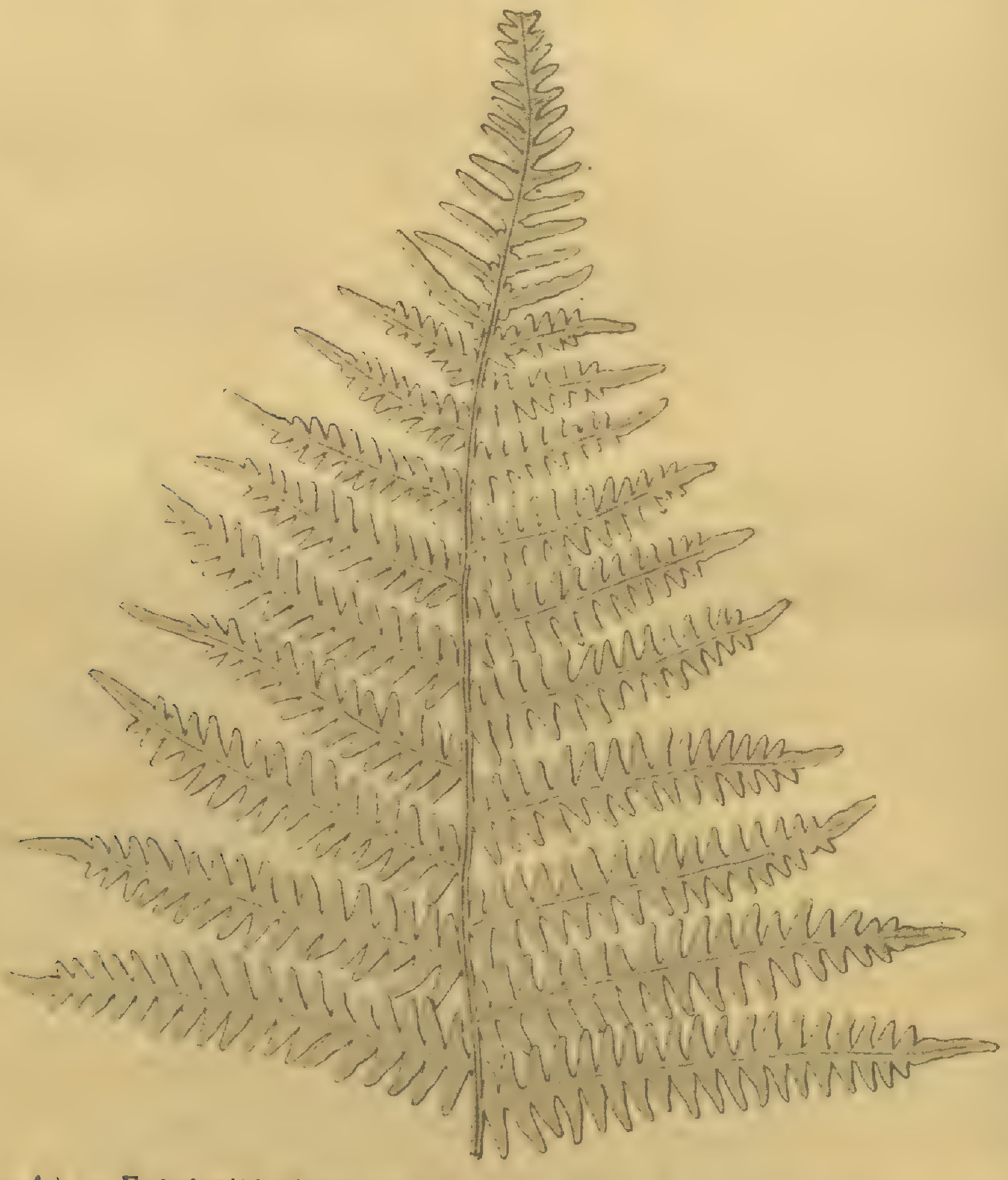


Fig. 18. — Extrémité d'une fronde normale de *Pteris aquilina* (Gr. nat.).

Dans une fronde attaquée les pétioles secondaires font entre eux et avec le pétiole principal un angle variable, de sorte que l'ensemble de la fronde, au lieu d'être plan, a une apparence intriquée; de plus les segments de la feuille sont pennatiséqués une fois de plus et cela d'une manière très irrégulière, comme l'indique la figure 19 représentant la région correspondant à celle de la figure 18. Lorsque les segments ne sont pas subdivisés leur contour est moins régulier, leur surface plus bombée.

La forme d'un de ces segments est très différente en coupe transversale pour les échantillons sains et ceux qui ont subi l'attaque des Acariens ; chez ces derniers les bords sont recourbés très fortement en dessous de la feuille, et l'expansion normalement bien développée, qui constitue la fausse indusie plane, est à peine indiquée; c'est sur la face inférieure des bords roulés de ces segments que sont logés les *Phytoptus;* leur présence modifie sensiblement la structure intérieure du limbe foliaire; c'est ainsi que le paren-

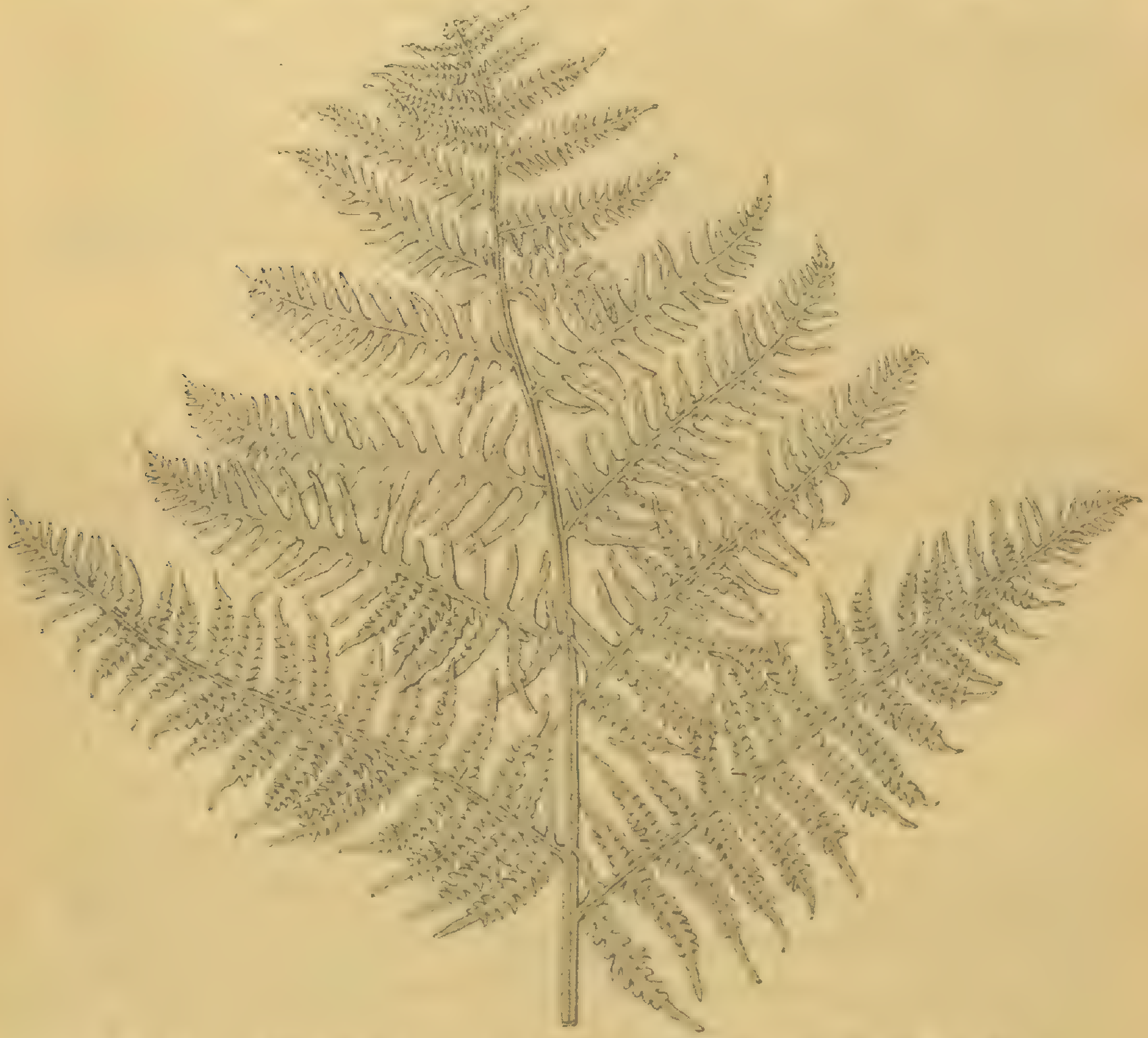


Fig. 19. — Extremité d'une fronde de *Pteris aquilina* attaquée par le ***Phytoptus Pteridis*** (Gr. nat.).

chyme palissadique est atténué ou n'apparaît pas du tout; les cellules épidermiques qui sont au contact du parasite sont à peine hypertrophiées, l'Acarien paraît vivre surtout aux dépens des poils glanduleux qui se développent sur la face inférieure des frondes de *Pteris*, où ils apparaissent en beaucoup plus grand nombre dans les échantillons parasités. Le *Phytoptus* doit hiverner sur les rhizomes du *Pteris*, car plusieurs pieds que j'avais marqués une première année comme attaqués l'étaient tous à nouveau l'année d'après. Enfin la présence des parasites empêche toujours le développement des sporanges.

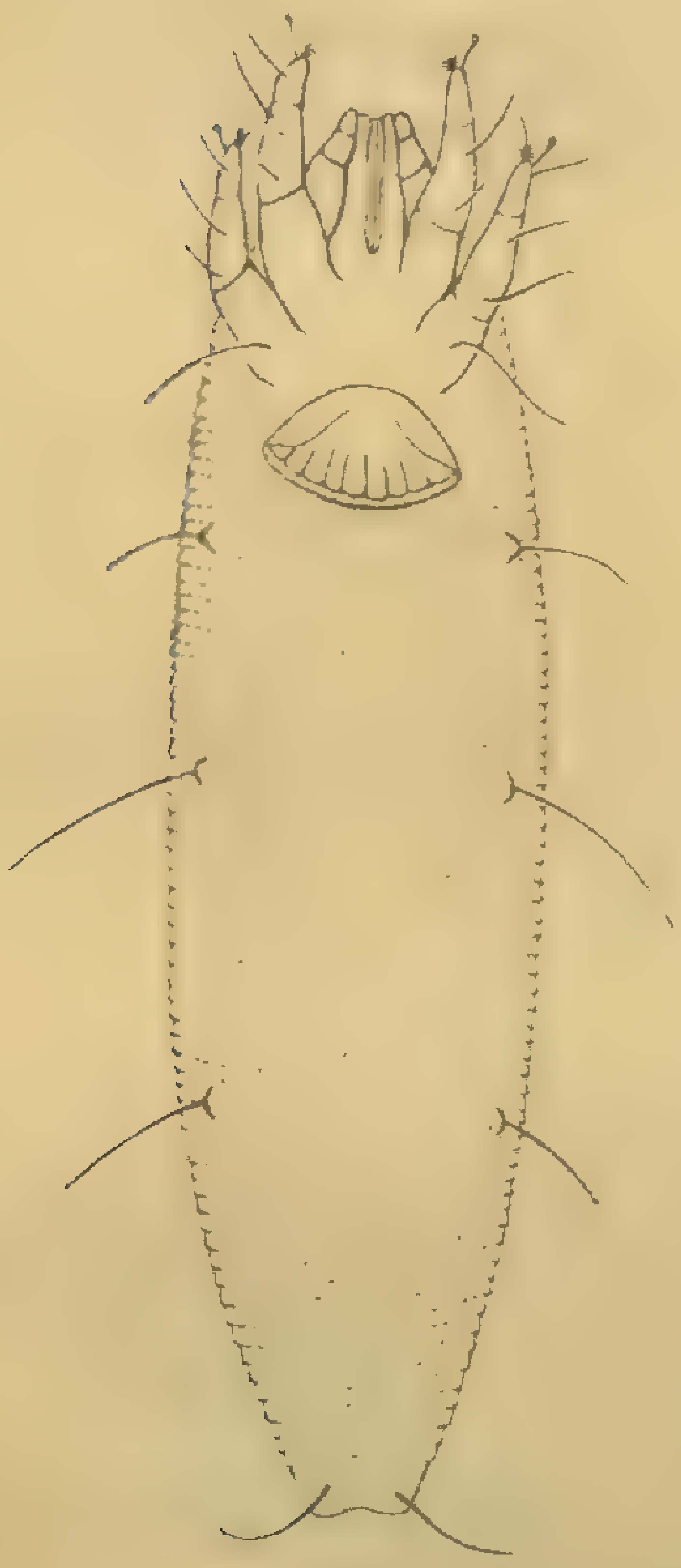


Fig. 20. — *Phytoptus Pteridis*, *n. sp.*, femelle, face ventrale.

Il est probable que beaucoup de cas de tératologiques concernant la segmentation des frondes de *Pteris aquilina*, tels que ceux qu'a signalés Klein (1), sont dus à une action parasitaire de même nature que celle que nous venons de décrire.

Les caractères essentiels du *Phytoptus* dont nous venons de signaler l'action sur les frondes du *Pteris aquilina*, qui est à ma connaissance le premier qui soit signalé comme vivant sur une Cryptogame vasculaire, et que je désignerai sous le nom de *P. Pteridis* sont représentés par la figure 20, qui se rapporte à un individu femelle. La longueur du corps est de 150 μ, sa plus grande largeur environ 40 μ; il est très finement annelé et ponctué; le bouclier céphalothoracique possède une forme et une ornementation très caractéristiques.

IV. MODIFICATIONS ANATOMIQUES DÉTERMINÉES CHEZ UN *SYMPLOCOS* PAR L'*EXOBASIDIUM SYMPLOCI* ELLIS

(Planche 15).

Depuis que Woronine (2) a décrit et étudié l'*Exobasidium*

---

(1) Klein : *Unters. über Bildungsabweich. an Blättern* (Jahrb. f. w. Bot., 1892, p. 479).

(2) Woronine : *Exobasidium Vaccinii* (Verhandl. d. Naturf. Ges. Freiburg 1867, p. 397, 3 Pl.).

Vaccinii qui se développe sur les différents organes aériens de plusieurs espèces de *Vaccinium*, les mycologues ont retrouvé un assez grand nombre de formes appartenant au même genre et produisant sur leurs hôtes des tumeurs très visibles, non seulement, comme on aurait pu le croire au début, sur des Ericacées ou des plantes alliées à ces dernières (*Andromeda*, *Oxyococcos*, *Rhododendron*, *Azalea*, *Ledum*, *Arctostaphylos*...), mais aussi sur des plantes très éloignées des précédentes (Laurinées, Saxifragées, Graminées). Ellis a décrit plusieurs espèces américaines, dont une vivante sur le *Symplocos tinctoria* et qu'il a dénommée *E. Symploci*.

J'ai reçu de Chine des tumeurs produites par un *Exobasidium* sur un *Symplocos* d'espèce indéterminée recueilli à Longtchéou (Province du Kouang-Si) par M. J. Beauvais, chancelier du Consulat français, à qui je suis redevable de plusieurs envois intéressants de cette région. Cet *Exobasidium*, qui est très vraisemblablement le même que celui qui a été décrit par Ellis, présente les caractères très constants du genre; les basides allongées portent à l'extrémité de longs sérigmates, ordinairement quatre, mais quelquefois aussi cinq spores légèrement arquées (environ 20 μ sur 4,5 μ), dans lesquelles apparaissent deux ou trois cloisons transversales. Il est d'ailleurs très possible que l'identification des espèces, établie expérimentalement par Richards (1) pour les *E. Andromedæ* et *E. Vaccinii* se poursuive pour de plus nombreuses formes.

Les tumeurs que j'ai observées sur le *Symplocos* sp. se forment aux dépens des bourgeons, des tiges et des pétioles ainsi que des fleurs. Les bourgeons attaqués sont démesurément hypertrophiés; les feuilles qui les constituent sont écartées les unes des autres, le point végétatif pouvant ainsi être mis complètement à nu; les écailles du bourgeon apparaissent à l'état de parties renflées qui s'allongent peu, les feuilles internes restent à un état morphologique embryonnaire. Les figures 2, 3 et 4 de la Planche 15 représentent trois de ces bourgeons B_1 hypertrophiés qu'on peut comparer au bourgeon normal dessiné en haut et à gauche de la figure 4; un des bourgeons de la figure 4 est dirigé de haut en bas; l'action du parasite l'a empêché d'obéir à l'action directrice de la pesanteur.

Les pétioles peuvent subir une hypertrophie comparable; tel est celui que représente la figure 1 de la Pl. 15 ; ils sont alors le plus souvent tordus, l'hypertrophie étant plus accentuée du côté de la face inférieure ; le parasite continue souvent à se développer dans la région basilaire de la nervure médiane du limbe.

---

(1) H. M. Richards: *Notes on Cultures of Exobasidium Andromedæ and of E. Vaccinii* (Bot. Gazette, XXI. 1896, p. 101).

Il suffira de considérer les figures 6 et 7 pour se faire une idée des déformations subies par la fleur dont toute la région ovarienne se renfle énormément.

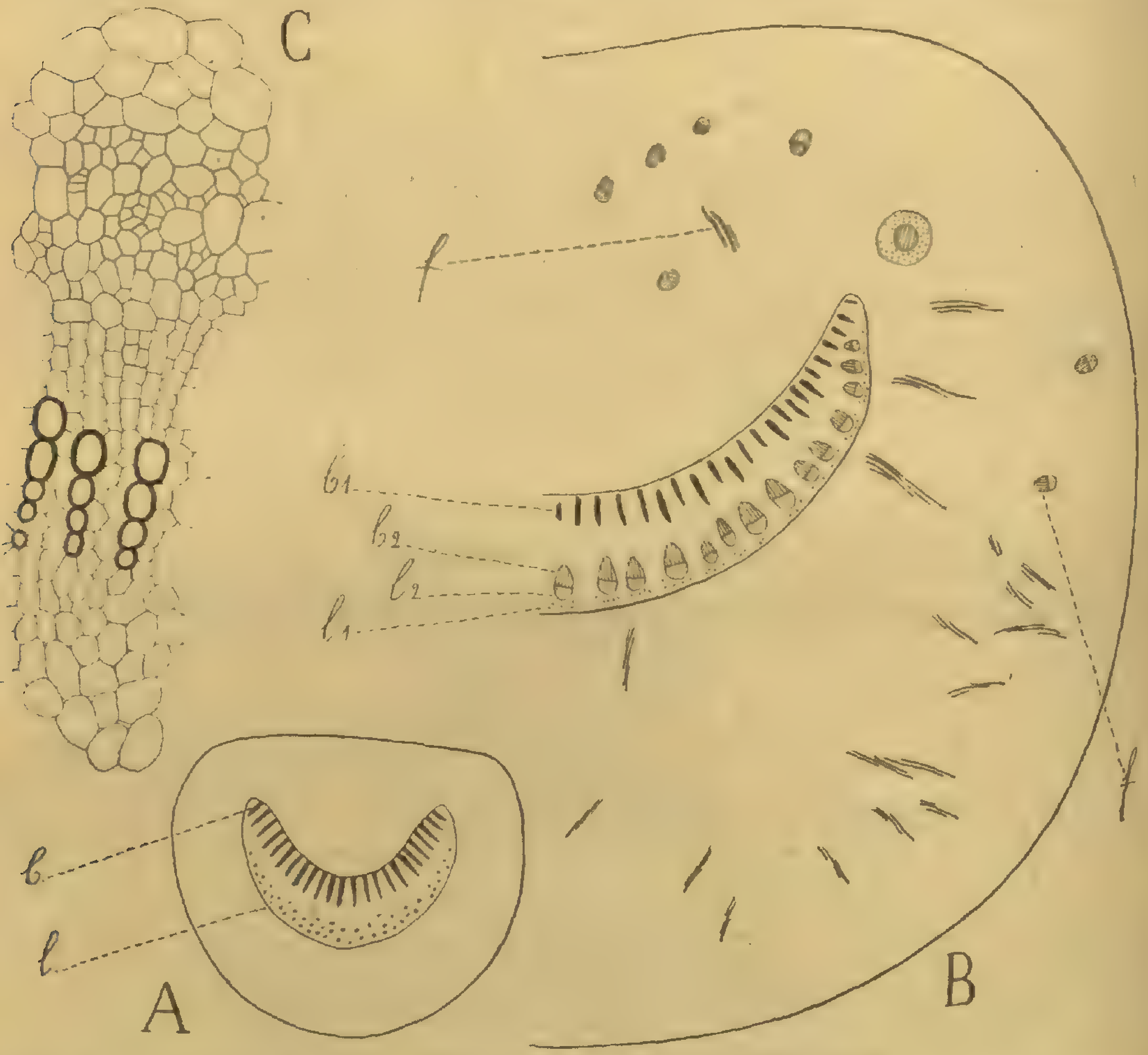


Fig. 21. — Pétiole de *Symplocos* attaqué par l'*Exobasidium Symploci*. A et B, coupes transversales schématiques du pétiole normal et du pétiole envahi par le parasite ; b_1, b_2, l_1, l_2, bois et libers primaires et secondaires ; *f*, faisceaux libéro-ligneux accessoires (G = 15) ; C, portion de la région vasculaire du pétiole normal (G = 150).

Tous ces organes hypertrophiés subissent des modifications profondes dans leur anatomie. Wakker (1) a étudié la structure des tiges de *Vaccinium Vitis-Idaea* attaquées par l'*E. Vaccinii*; le tissu cortical normalement lacuneux et constitué par des cellules à chlorophylle est remplacé par un tissu parenchymateux formé de cellules hypertrophiées, sans lacunes et sans chlorophylle; le sclérenchyme péricyclique disparaît, le système vasculaire est très réduit; le mycélium du parasite est surtout développé entre les cellules externes de l'écorce et c'est par la rupture de la cuticule que l'hyménium apparaît à la surface de l'organe, comme l'a mou-

---

(1) Wakker : *Untersuchungen über den Einfluss parasitischer Pilze auf ihre Nahrpflanzen* (Jahrb. f. wiss. Botanik XXIV, 1892, p. 501. Pl XXI).

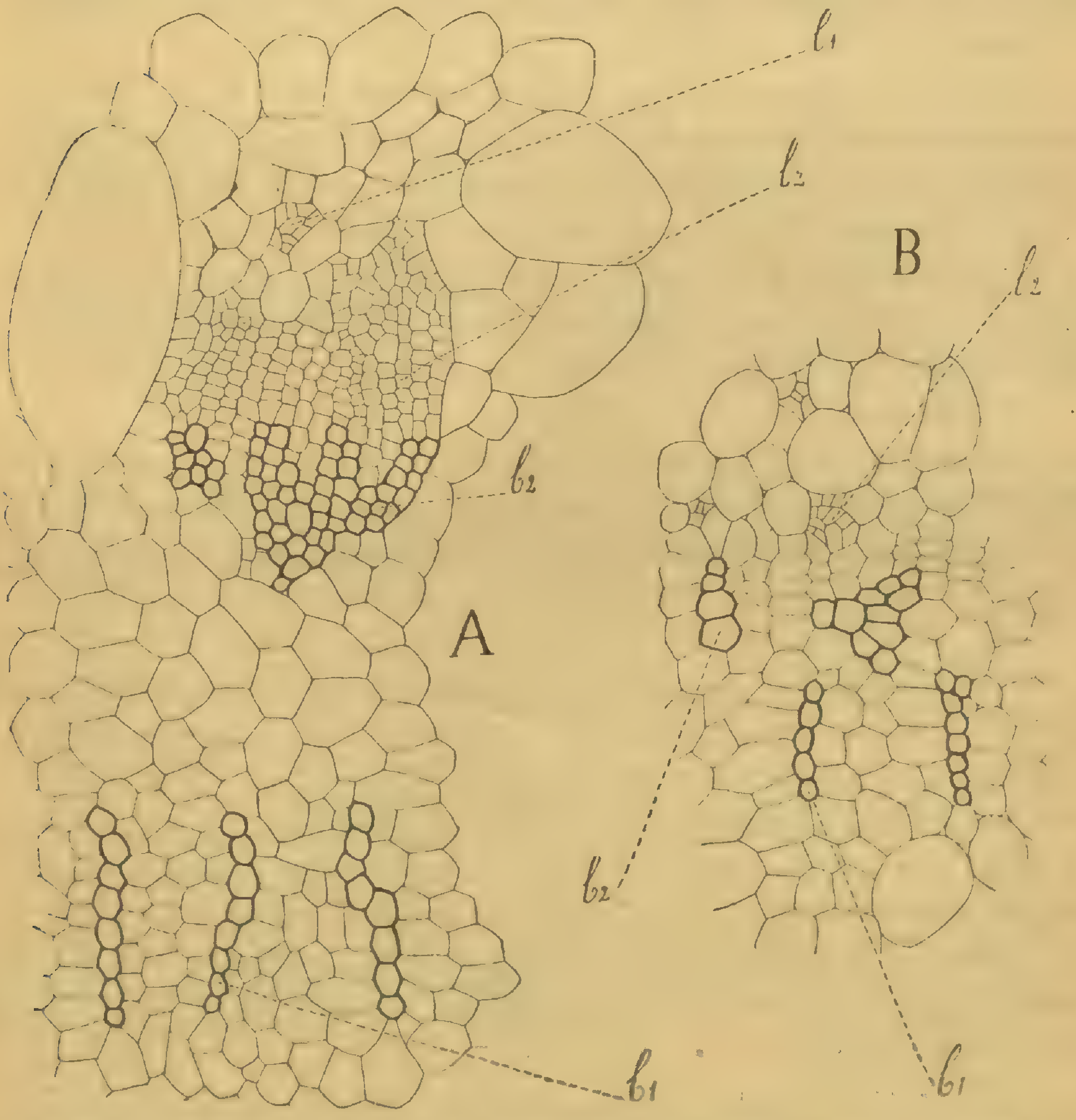


Fig. 22. — Région vasculaire de pétiole de *Symplocos* attaqué par l'*Exobasidium Symploci*. Les formations secondaires (b_2, l_2) sont séparées nettement des formations primaires (b_1, l_1). G — 150).

tré Woronine. M. Fockeu (1) a fourni de son côté des renseignements sur l'anatomie des tumeurs produites sur les feuilles du *Rhododendron dadoricum* par l'*E. Rhododendri*.

La mycocécidie du *Symplocos* sp. m'a offert une structure très particulière, surtout en ce qui concerne les transformations que subit l'appareil vasculaire. Comparons, par exemple, la structure d'un pétiole hypertrophié (fig. 21, B) avec la structure normale (fig. 21, A) ; le pétiole sain présente un arc vasculaire dont les tissus secondaires sont peu développés ; les vaisseaux secondaires continuent d'ailleurs exactement les rangées radiales de vaisseaux primaires. Dans le pétiole attaqué les formations secondaires sont bien représentées, mais au lieu de constituer, comme dans le pétiole et surtout dans la tige, une zone ininterrompue s'intercalant exactement entre le bois et le liber primaires, il y a ici une séparation très nette entre les formations primaires et secondaires, et cela aussi bien dans les tiges hypertrophiées que dans les pétioles; la figure 22, A, représente le début des formations secondaires dans un pétiole attaqué; on voit que le méristème s'établit contre le liber primaire, qui est déjà séparé du bois primaire b_1 par des cellules parenchymateuses hypertrophiées qui se divisent indistinctement dans tous les sens; les vaisseaux ligneux secondaires b_2 se différencient dans ce méristème par places et les cellules intermédiaires sont fortement envahies par le mycélium du parasite, comme celles qui séparent les rangées de vaisseaux primaires, si bien qu'on observe finalement la structure indiquée plus haut et représentée schématiquement par la figure 21, B, et en détail par la figure 22, A. Alors que les cellules parenchymateuses sont très hypertrophiées, le calibre des vaisseaux ligneux reste le même qu'à l'état normal.

Tout le parenchyme cortical, puissamment développé par l'action de l'*Exobasidium*, renferme un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux accessoires qui sont en relation avec le système vasculaire normal, sont disposés absolument sans aucun ordre et orientés d'une manière quelconque; cette vascularisation pathologique du parenchyme cortical est très vraisemblablement liée au grand développement de ce parenchyme ; on aurait ici un cas très net de la dépendance fonctionnelle des différents tissus et de la formation abondante, dans une région ou il n'apparaît normalement jamais, d'un tissu qui devient physiologiquement nécessaire.

---

(1) H. Fockeu : *Note pour servir à l'histoire de la mycocécidie des Rhododendrons* (Revue biol. du Nord de la France, VI, 1894, p. 355).

Les cellules parenchymateuses hypertrophiées contiennent souvent plusieurs noyaux ; elles possèdent de petits grains de chlorophylle et ordinairement des cristaux mâclés d'oxalate de chaux ; normalement l'oxalate de chaux est localisé à l'état de cristaux très développés dans le parenchyme libérien ; il s'opère donc une diffusion de ce sel dans tout l'organe.

En résumé, la principale action de l'*Exobasidium Symploci* sur la structure de l'hôte consiste dans un *grand développement des formations vasculaires* et dans la *séparation très précise des formations vasculaires primaires et secondaires* (1).

EXPLICATION DE LA PLANCHE 15

(Toutes les figures sont exécutées grandeur naturelle).

Fig. 1. — Portion de tige, pétiole et bourgeon correspondants hypertrophiés par le parasite.

Fig. 2, 3 et 4. — Bourgeons hypertrophiés ; sur le double bourgeon de la figure 4 existe en haut et à gauche un bourgeon normal qui peut servir de comparaison.

Fig. 5. — Portion d'inflorescence normale.

Fig. 6 et 7. — Fleurs hypertrophiées.

---

(1) Travail du Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences, dirigé par M. G. Bonnier.

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par **M. Ch. DASSONVILLE** *(Suite)*.

D. — MAÏS

Des Maïs cultivés dans la solution de Knop ont montré, au 15e jour, 11 racines adventives ramifiées, longues de 50 centimètres, et 7 feuilles dont les plus grandes mesuraient 16 centimètres. L'ensemble des gaînes foliaires avait 1 centimètre de diamètre. Dans l'eau distillée, les racines ne dépassaient pas 1 centimètre. Il y en avait cinq. Les feuilles, au nombre de cinq, avaient de très faibles dimensions.

MORPHOLOGIE INTERNE

1° **Racine.** — La racine présente les particularités suivantes :

a. *Dans la solution de Knop* (Pl. 5, fig. 24).	b. *Dans l'eau distillée* (Pl. 5, fig. 25).
1. L'assise pilifère (*ap*) est pourvue d'un grand nombre de poils absorbants.	1. L'assise pilifère ne montre pas de poils absorbants.
2. Les parois des cellules de l'assise subpériphérique sont *très légèrement* lignifiées.	2. Les parois des cellules de l'assise subpériphérique sont *fortement* lignifiées.
3. L'écorce est creusée de très grandes lacunes aérifères (*lac.*) formées par la destruction de certaines cellules. Cinq des assises de l'écorce, seulement, restent entières ; ce sont : l'endoderme, son assise adjacente et les trois assises les plus extérieures. Toutes les autres participent à la formation des lacunes.	3. L'écorce n'a pas de lacunes aérifères. Elle est formée de neuf rangées de cellules rondes, à méats, sur lesquelles on reconnait aisément un développement centripète et un développement centrifuge.

4. L'endoderme est lignifié à sa face interne et sur ses faces latérales, dans les deux cas ; mais la lignification est beaucoup plus intense dans l'eau distillée que dans la solution saline.

5. Contre l'endoderme s'appuyent 17 faisceaux assez épaissis mais dont le vaisseau le plus interne seul, prend le vert d'iode ; c'est-à-dire que les autres ne sont pas lignifiés.	5. Contre l'endoderme s'appuyent seulement 12 faisceaux, dont tous les vaisseaux sont fortement lignifiés. Les cellules qui les entourent directement le sont aussi.

Dans l'un et l'autre cas, ces faisceaux sont répartis sur une même circonférence en dedans de laquelle on observe un cercle intérieur de vaisseaux à très large lumière :

6. Ces gros vaisseaux du cercle interne sont au nombre de huit. Ils sont entourés de deux à quatre rangées de cellules à paroi lignifiée, dont les externes se touchent et rassemblent les vaisseaux dans un anneau fermé de tissu scléreux relativement peu lignifié.	6. Ces vaisseaux sont au nombre de sept. Ils sont entourés d'une rangée unique de cellules plus grandes que dans les sels et très fortement lignifiées. Ces vaisseaux restent isolés les uns des autres.

7. — La moelle présente les mêmes caractères dans les deux cas.

En *résumé*, l'action des sels sur la structure de la racine du Maïs a surtout pour effet d'augmenter le nombre des poils absorbants, de faire naître dans l'écorce de larges lacunes aérifères, d'augmenter le nombre des faisceaux vasculaires. Elle diminue la lignification de l'assise subpériphérique, de l'endoderme, des vaisseaux et des cellules qui entourent ces derniers.

2° **Feuilles.** — La feuille subit des modifications considérables dont on peut se rendre compte par l'examen des figures (Pl. 5, fig. 26 et 27) qui représentent les régions comparables de feuilles homologues.

a. *Eau distillée* (Pl. 5, fig. 27). — De chaque côté de la nervure médiane, courent des nervures latérales assez sensiblement équivalentes. Le mésophylle qu'elles traversent est formé de cellules très petites et fortement sclérifiées. Au-dessus de la nervure médiane, ces cellules ont des dimensions un peu plus grandes et restent parenchymateuses ; mais elles sont très peu nombreuses.

La nervure médiane a des vaisseaux étroits, très lignifiés, reliés par des cellules très petites et très lignifiées. Le liber est peu abondant. Les autres nervures sont constituées par un seul groupe de deux ou trois vaisseaux groupés vers la partie supérieure, et s'appuyant sur le liber.

L'épiderme est formé de grandes cellules à parois très minces, à grand axe parallèle à l'axe de la feuille. Sous les épidermes, au niveau des nervures les mieux développées, on trouve quelques fibres sclérifiées.

b. *Solution de Knop* (Pl. 5, fig. 26). De chaque côté de la nervure médiane, on voit trois faisceaux de dimensions relativement faibles, puis un quatrième très développé, en quelque sorte comparable à la nervure médiane.

Le mésophylle situé au-dessus de l'espace compris entre ce faisceau et la nervure médiane forme une large bande de parenchyme à grandes cellules polygonales.

Dans le reste de la feuille, le mésophylle est formé de cellules de sclérenchyme sensiblement moins épaissies que dans l'eau distillée et plus grandes.

La nervure médiane est incomparablement plus développée qu'en l'absence des sels. Les vaisseaux sont larges, relativement peu lignifiés et reliés par des cellules peu lignifiées. Le liber est très abondant.

Le tissu hypodermique forme un appareil important de soutien qui relie la nervure médiane à l'épiderme inférieur.

Relativement petites, au-dessus de la nervure médiane, les cellules de l'épiderme supérieur prennent de très grandes dimensions en s'éloignant de cette dernière. Les cellules de l'épiderme inférieur sont aussi un peu plus grandes que dans l'eau distillée.

Ces différences sont d'un ordre analogue à celles que j'ai signalées chez les autres Graminées. Le développement du tissu hypodermique au dos de la nervure principale, dans la solution saline, est seul en opposition avec ce que l'on observe chez l'Avoine, le Seigle et le Blé. Mais il y a lieu d'observer que ce tissu n'a manifestement ici qu'un rôle de soutien.

III. — POLYGONÉES

SARRASIN

Du Sarrasin semé dans la solution de Knop a donné des plantes qui, après deux mois de végétation, avaient un développement double de celui qu'avaient acquis des Sarrasins cultivés dans l'eau distillée.

Dans la solution de Knop, les plantes ont fleuri.

MORPHOLOGIE INTERNE

Tige. — a. *Eau distillée* (Pl. 6, fig. 33). — Chaque faisceau libéro-ligneux est enveloppé par une gaîne de cellules sclérifiées. Ces gaînes se réunissent latéralement pour former dans la tige un épais manchon fibreux.

Il y a, par faisceau, un seul vaisseau de petit calibre et très lignifié.

b. *Solution de Knop* (Pl. 6, fig. 32). — Il n'y a pas trace de sclérification autour des faisceaux. Chaque faisceau possède plusieurs vaisseaux, à lumière large, peu lignifiés.

IV. — LINÉES

LIN.

Après 15 jours de végétation, des pieds de Lin ayant vécu, d'une part dans l'eau distillée, d'autre part dans la solution de Knop, n'ont pas présenté de différences extérieures appréciables.

MORPHOLOGIE INTERNE

1° **Racine.** — Ainsi qu'on peut le voir en comparant les figures 36 et 37 (Pl. 7), la structure est assez différente :

a. *Dans l'eau distillée* (Pl. 7, fig. 37), les vaisseaux sont fortement lignifiés ; les formations secondaires n'existent pas encore. L'assise subpériphérique est lignifiée sur ses faces externes et latérales.

b. *Dans la solution de Knop* (Pl. 7, fig. 36), les vaisseaux sont moins lignifiés, plus larges et plus nombreux. Les formations secondaires sont déjà abondantes. L'assise subpériphérique ne présente pas trace de lignification.

L'action des sels se manifeste donc dans la racine par une augmentation du nombre et du diamètre des vaisseaux, et par une diminution de la lignification. L'absence des sels retarde l'apparition des formations secondaires.

2° **Axe hypocotylé.** — a. *Eau distillée* (Pl. 7, fig. 39). — La moelle est abondante.

Les faisceaux libéro-ligneux sont isolés, au nombre de six.

b. *Solution de Knop* (Pl. 7, fig. 38). — La moelle est fortement comprimée par deux arcs épais de bois. L'assise génératrice fonctionne très activement.

L'épiderme forme des poils assez développés.

En somme, l'absence des sels provoque un retard des formations secondaires.

V. — SOLANÉES

POMME DE TERRE

Au bout de deux mois de végétation, des pommes de terre cultivées dans la solution de Knop et dans l'eau distillée avaient acquis le développement représenté par la figure 23.

MORPHOLOGIE INTERNE

Tige. — a. *Eau distillée.* La tige possède cinq faisceaux principaux. (La figure 31, Pl. 6, représente un de ces faisceaux). Ces faisceaux sont reliés latéralement par du bois secondaire à vaisseaux très étroits.

Il existe du liber interne à chaque faisceau principal, et, en dedans, du bois secondaire.

Derrière le liber externe qui a un développement analogue à celui du bois, on voit des fibres péricycliques (*scl*) très fortement sclérosées.

L'écorce est formée de trois ou quatre assises de grandes cellules à méats, entourées par trois assises de cellules beaucoup plus petites, sans méats. L'épiderme n'est pas différencié.

b. *Solution de Knop.* — Le nombre des faisceaux principaux n'est plus que de trois ; mais, ils atteignent de très grandes dimensions, comme on le voit en examinant la figure 30 (Pl. 6), qui ne représente qu'une partie de l'un de ces faisceaux. Les vaisseaux sont très nombreux et à très large lumière.

Un anneau de bois secondaire relie ces faisceaux, comme dans l'eau distillée ; mais les éléments de ce bois sont plus larges.

Le liber interne et le liber externe ont la même disposition qu'en l'absence des sels; mais ils sont incomparablement plus développés.

Les fibres péricycliques font défaut.

L'écorce a des assises plus nombreuses de cellules plus grandes que dans l'eau distillée : les rangées extérieures ont des méats. Toutefois, le rapport des deux écorces est loin d'être aussi élevé que le rapport des vaisseaux.

En somme, la différence capitale réside en une augmentation considérable des dimensions de l'appareil vasculaire et en la suppression des fibres péricycliques quand la plante a crû dans la solution de Knop.

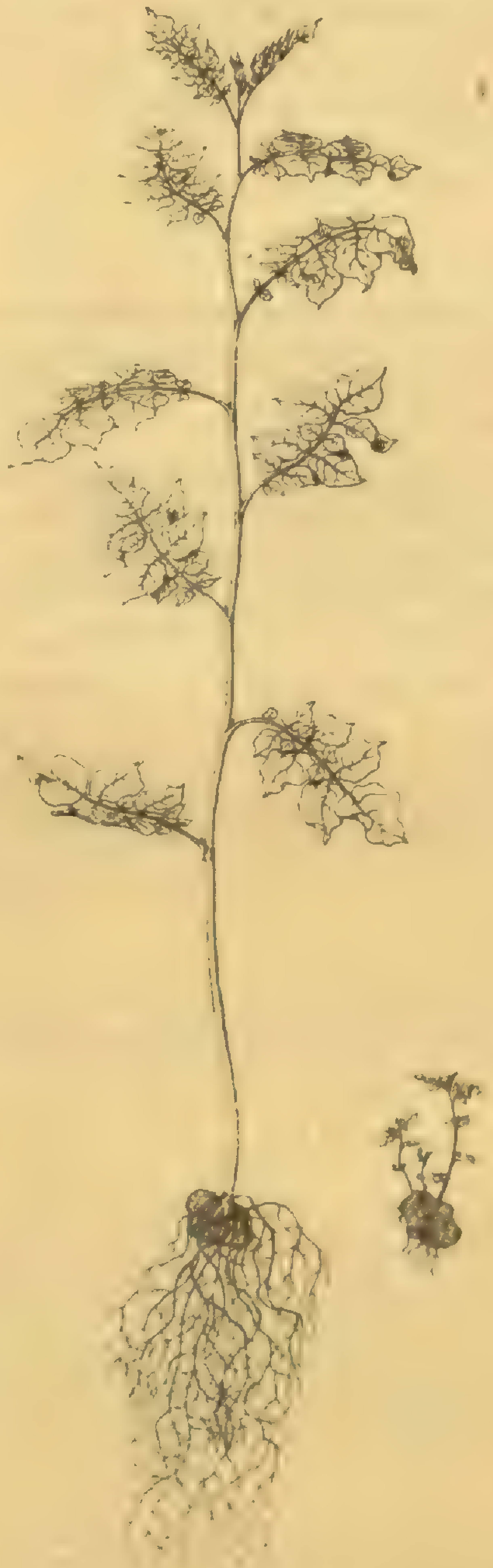


Fig. 23. — Pomme de terre. A gauche, échantillon cultivé dans la solution de Knop ; à droite, échantillon cultivé dans l'eau distillée.

(Dans le cours de l'expérience, une des Pommes de terre cultivées dans l'eau distillée est tombée au fond de l'éprouvette. Elle a continué à végéter et a pris un développement sensiblement égal à celui des autres cultures privées de sels ; mais sa tige est restée jaune, et les feuilles, atrophiées, se sont réduites à des appendices styliformes ayant deux millimètres environ.

Dans la tige, on compte seulement trois faisceaux libéroligneux, à vaisseaux peu lignifiés (Pl. 7, fig. 40). Il n'y a pas de formations secondaires. Les fibres péricycliques sont nombreuses au dos des faisceaux ; on en voit aussi au voisinage du liber interne, ce qui ne s'observe pas dans les tiges aériennes.

Enfin, l'écorce possède trois larges colonnes d'un tissu de cellules petites et sans méats, très lignifiées *(lig.)*. L'épiderme est fortement cutinisé sur toutes ses faces.

Ces faits m'ont donné l'idée de cultiver des Pommes de terre dans la solution de Knop et d'enfoncer leur tige dans le milieu, à mesure que celle-ci grandissait. L'examen de la structure m'a montré (comme dans le cas précédent) : 1° un grand nombre de fibres scléreuses au dos des faisceaux et au voisinage du liber interne ; 2° des bandes lignifiées dans l'écorce avec cutinisation de l'épiderme.

Bien que ces modifications soient en dehors du présent sujet, elles m'ont paru assez intéressantes pour ouvrir à leur égard cette parenthèse).

VI. — CUCURBITACÉS ET EUPHORBIACÉES

COURGE ET RICIN

Des graines de *Courge* et de *Ricin* se sont parfaitement développées dans la solution de Knop.

Dans l'eau distillée, les cotylédons ne se sont pas étalés et les plantes sont mortes après avoir allongé leur radicule de quelques centimètres seulement.

Par suite, il ne nous a pas été possible d'établir de comparaison. Mais, l'activité très grande que ces végétaux ont pris en présence des sels nous a permis d'instituer des expériences sur l'action des principaux éléments de la liqueur de Knop.

Il en sera question plus loin.

VII. — URTICÉES

CHANVRE

En recherchant l'action du sulfate de magnésie sur le Chanvre, j'ai eu l'occasion de comparer l'action de l'eau distillée à celle de la solution de Knop.

Pour éviter des redites, je renvoie à ce paragraphe.

VIII. — COMPOSÉES

GRAND SOLEIL

J'ai représenté (Pl. 5, fig. 28) une coupe de tige de Grand Soleil ayant vécu dans la solution de Knop, et (Pl. 5, fig. 29), la même région de la même espèce cultivée dans l'eau distillée.

Les figures montrent que les sels activent les formations secondaires; que leur absence entraîne la formation de fibres péricycliques lignifiées très abondantes. Dans ce dernier cas, les vaisseaux sont aussi un peu plus lignifiés.

Les canaux sécréteurs de l'écorce ne présentent pas de différences appréciables.

IX. — CRUCIFÈRES

MOUTARDE

1° **Racine**. — a. *Dans l'eau distillée*, le système vasculaire est simplement représenté par deux faisceaux primaires se rejoignant vers le centre et constitués, chacun, par une file radiale unique de vaisseaux bien lignifiés.

L'endoderme est fortement lignifié à sa face interne et sur ses faces latérales. L'écorce a trois assises de cellules à méats.

b. *Dans la liqueur de Knop*, l'appareil vasculaire est constitué non-seulement par ses deux faisceaux primaires, mais encore par un métaxylème abondant et des vaisseaux secondaires très nombreux. L'assise génératrice fonctionne très activement.

L'écorce est exfoliée. L'assise la plus extérieure est l'endoderme, qui ne possède plus de différenciation à sa face interne, mais au contraire sur ses faces externes et latérales.

2° **Tige**. — Les tiges diffèrent entre elles par le nombre des faisceaux qui est plus grand (dix-huit), dans la solution de Knop que dans l'eau distillée où il est de (quinze) et par les dimensions plus grandes des éléments anatomiques, en présence des sels.

CONCLUSIONS DU PREMIER CHAPITRE

Dans ce qui précède, nous avons étudié les différences que l'on observe entre des plantes de même espèce vivant d'une part dans l'eau distillée, d'autre part dans la solution de Knop, toutes les autres conditions du milieu étant les mêmes.

Nous avons vu que l'absence complète de substances minérales ne permet pas à certains végétaux (Courge, Ricin) d'étaler leurs cotylédons et que ces plantes n'ont, dès lors, qu'une vie éphémère.

Au contraire, la plupart des autres espèces peuvent vivre dans l'*eau distillée*, mais elles présentent alors des caractères spéciaux : le développement reste inachevé ; pourtant la vie se prolonge parfois au-delà de la durée habituelle du cycle. On dirait que la plante reste en période de vie ralentie, attendant l'aliment nécessaire pour terminer son évolution. Le caractère dominant des plantes soumises à ces conditions est de posséder une couleur vert-foncé qui persiste très longtemps et semble assurer une fixation énergique du carbone de l'atmosphère. Ces plantes possèdent en outre un port spécial, une rigidité très accusée. Leurs racines restent extrêmement courtes, mais elles ont ordinairement un diamètre plus grand qu'en présence des sels.

Lorsque les végétaux vivent dans un *milieu riche en substances minérales*, ils prennent un grand développement ; et, si ces substances sont convenablement choisies et dosées, les plantes poursuivent, comme en pleine terre, toutes les phases de la végétation : elles donnent des fleurs (Lupin, Moutarde, Sarrasin, Fève) et même des fruits (Avoine, Blé).

Le fait le plus frappant que l'on observe, dès le début, est un allongement considérable des racines qui, à la fois, sont grêles et se ramifient abondamment.

Si le milieu ne convient pas à l'espèce (comme c'est le cas, par exemple, de la solution de Knop pour les Graminées), des modifications surviennent qui entraînent bientôt le dépérissement, puis la mort du végétal.

C'est ainsi que le Seigle cesse de croître au bout d'un mois et meurt vers le 40^{me} jour ; que l'Avoine et le Blé, après avoir poussé vigoureusement, fléchissent au niveau du deuxième entre-nœud inférieur de la tige, comme sous l'influence du poids trop considérable des parties supérieures. En un mot, l'Avoine et le Blé « *versent* », puis se décolorent et meurent vers le 60^{me} jour.

Aux effets provoqués par les sels sur la morphologie interne correspondent des modifications de structure qui, pour les différentes espèces étudiées, peuvent être résumées ainsi :

I. *Légumineuses* (Lupin, Fève).

La présence des sels augmente le nombre et le diamètre des vaisseaux et retarde leur lignification dans tous les organes.

Chez le Lupin, elle détermine la formation d'un anneau fermé de bois aussi bien dans la tige que dans la racine, elle retarde la sclérose des fibres péricycliques et la lignification de l'endoderme de la racine.

Chez la Fève, elle active le fonctionnement de l'assise génératrice qui détermine alors, dans la tige, la formation d'un anneau fermé de bois. Dans la racine, cette assise forme du bois au niveau de deux rayons médullaires opposés et transforme ainsi la symétrie radiée de l'organe en symétrie bilatérale.

En l'absence des sels, les vaisseaux restent groupés en faisceaux isolés dans l'une comme dans l'autre espèce.

En dernière analyse, le fait dominant de l'action de la solution de Knop, se résume *en une augmentation de l'appareil vasculaire et en un retard de la lignification*.

II. *Graminées* (Avoine, Blé, Seigle, Maïs).

L'action générale des sels chez les Graminées consiste également en une augmentation des éléments de l'appareil vasculaire et en un retard de la lignification.

L'augmentation du nombre des vaisseaux est surtout considérable dans la racine d'Avoine. Tandis que, dans l'eau distillée, le cylindre central possède un gros vaisseau axile (Pl. 9, fig. 55) et cinq vaisseaux très petits s'appuyant contre l'endoderme ; dans la solution de Knop on compte quatre ou cinq gros vaisseaux répartis sans ordre dans le conjonctif et un cercle extérieur de dix faisceaux vasculaires.

Dans la *tige*, les vaisseaux ont toujours de grands diamètres ; le méristème vasculaire se cloisonnne constamment et différencie à mesure de nouveaux vaisseaux vers la périphérie. Quand les sels font défaut, au contraire, le méristème vasculaire se lignifie de très bonne heure; les faisceaux petits et très lignifiés qu'il engendre sont répartis sur un cercle unique, englobés comme dans un manchon par les cellules lignifiées du méristème qui ne peut plus se cloisonner ni former de nouveaux éléments vasculaires.

Cette lignification du méristème vasculaire de la tige, celle des vaisseaux, et enfin la cutinisation de l'épiderme expliquent le maintien de la verticalité des Graminées cultivées dans l'eau distillée.

Dans la solution de Knop, au contraire, on ne constate pas de lignification : les parois des cellules de la tige sont extrêmement minces, le méristème n'a pas trace d'éléments de soutien, la lignification des vaisseaux est considérablement diminuée et même quelquefois fait totalement défaut (Blé). *C'est au retard de la lignification des éléments de la tige en présence des sels de la liqueur de Knop qu'il faut attribuer la «verse» qui se produit dans cette solution saline.*

Dans la *racine*, la lignification ou la sclérification des tissus est aussi très faible en présence des sels.

Elle est au contraire très prononcée dans l'eau distillée ; et il est intéressant de remarquer que, dans ce cas, la lignification débute suivant un mode qui varie avec l'espèce :

Chez le Seigle, ce sont des cellules de la périphérie qui sont lignifiées les premières.

Chez le Blé, ce sont les assises profondes de l'écorce.

Chez le Maïs, ce sont les cellules de l'assise subpériphérique et les parois internes et latérales de l'endoderme.

Chez l'Avoine, les éléments de l'écorce restent minces ; mais le conjonctif du cylindre central est entièrement sclérifié.

En présence des sels, l'écorce de la racine subit, en outre, des modifications qui donnent à penser que les phénomènes respiratoires sont moins actifs dans l'eau distillée : dans ce dernier milieu, en effet, l'écorce du Seigle est dépourvue de méats ; le Blé, le Seigle et le Maïs, en ont seulement de très petits. Dans la solution de Knop, les méats sont très nombreux chez le Seigle ; l'Avoine, le Blé et le Maïs ont de larges lacunes aérifères.

Enfin, suivant que les Graminées vivent dans l'eau distillée, ou dans la solution de Knop, leurs *feuilles* ont une structure différente :

Dans l'eau distillée, l'épaisseur de la feuille est faible ; le nombre des nervures très réduit. Chez le Seigle, l'Avoine et le Blé, les faisceaux les plus volumineux sont reliés aux deux épidermes par une bande de cellules à parois lignifiées. Les feuilles présentent à leurs bords des fibres scléreuses. Le mésophylle est entièrement formé de cellules très fortement sclérifiées. L'épiderme est cutinisé chez l'Avoine. Celui du Blé et celui du Seigle restent minces ; mais ils portent de nombreux poils lignifiés.

Dans la liqueur de Knop, l'épaisseur de la feuille est très grande. Le nombre des nervures est augmenté ; la disposition des faisceaux est par suite très modifiée. (Comparer les figures 26 et 27. Pl. 5.) Il n'existe plus de bande de cellules lignifiées reliant les nervures principales aux deux épidermes. Le mésophylle est parenchymateux au niveau de la nervure médiane et n'est nulle part aussi sclarifié que dans l'eau distillée. Les épidermes sont toujours minces. Les poils, quant ils existent ne sont pas lignifiés.

III. *Polygonées* (Sarrasin).

L'action de l'eau distillée provoque, dans la tige, la formation d'un manchon fibreux qui enveloppe des faisceaux à vaisseaux étroits et très lignifiés. La présence des sels retarde la sclérification, augmente le nombre et le diamètre des vaisseaux (Pl. 6, fig. 32 et 33).

IV. *Linées* (Lin).

L'absence des sels diminue le nombre des vaisseaux et hâte la lignification de la racine et de la tige. Elle retarde les formations secondaires.

V. *Solanées* (Pomme de terre).

La solution de Knop augmente le nombre et les dimensions des vaisseaux ; elle retarde le développement des fibres péricycliques.

VI. *Composées* (Grand Soleil).

La solution de Knop active les formations secondaires de la tige ; l'absence des sels retarde la lignification.

VII. *Crucifères* (Moutarde).

La liqueur de Knop favorise le développement du métaxylème, hâte l'apparition des formations secondaires de la racine et change le sens des lignifications de l'endoderme, en même temps qu'elle provoque la disparition de l'écorce.

Elle augmente le nombre des faisceaux de la tige et accroît les dimensions de ses éléments constituants.

APPENDICE

Dans le cours de recherches analogues, M. Schultz a pensé qu'on pouvait attribuer l'atrophie des racines chez les plantes cultivées dans l'eau distillée à une action nocive due à des traces de métaux provenant de l'alambic qui servait à la distillation.

Cette interprétation était possible ; car on sait qu'il suffit de 0,2 à 0,3 dix-millionièmes de plomb pour empêcher le développement de l'*Elodea*, du *Ceratophyllum* et du *Lemna trisulca* (M. Devaux, 1893). Mais, puisque ma solution de Knop avait été faite avec la même eau distillée, il fallait admettre, ou bien que ces métaux étaient précipités par les sels de la liqueur, ou bien qu'ils formaient avec eux des composés inoffensifs.

D'autre part, en admettant que notre eau distillée recélât des traces de métaux, on ne pouvait guère attribuer à ceux-ci une action nocive ; car les plantes y vivaient pendant des mois entiers, avec des dimensions rudimentaires il est vrai, mais avec un aspect bien vivant.

Quoi qu'il en soit, des recherches s'imposaient. M. Schultz a cultivé des Lupins dans de l'eau distillée à deux reprises successives dans des ballons en verre.

Les Lupins ont donné des racines assez longues, sans radicelles.

Il m'a semblé, dès lors, que l'eau distillée de M. Schultz n'était peut-être pas exempte des nitrates et des sels ammoniacaux dont il est si difficile de se débarrasser.

Dès lors, j'ai repris moi-même les expériences. J'ai distillé la même eau six fois de suite dans des ballons en verre, et, au début de chaque opération, j'ai eu soin de laisser dégager une grande quantité de vapeurs, afin de chasser autant que possible tous les nitrates.

J'ai battu cette eau et je m'en suis servi pour les cultures suivantes :

15 grains de Blé sont semés dans l'eau que j'ai distillée dans les ballons.

15 grains de Blé sont semés dans l'eau distillée qui m'avait servi dans mes expériences précédentes.

15 grains de Blé sont semés dans la liqueur de Knop faite avec l'eau distillée dans le verre.

3 grains de Blé sont semés dans des éprouvettes remplies d'eau distillée à laquelle j'ajoute de la rognure de cuivre.

J'ai pris le soin de n'employer que des éprouvettes absolument neuves.

Dans chaque éprouvette il y avait trois grains germant.

Après 30 jours de végétation, j'ai relevé les résultats suivants :

Les plantes de la liqueur de Knop ont des racines très longues et abondamment ramifiées.

Celles de l'eau distillée des expériences antérieures ont des racines avortées.

Des 15 plantes cultivées dans l'eau distillée dans les ballons en verre, *douze sont exactement semblables aux plantes cultivées dans l'eau distillée à l'alambic.*

Trois autres, celles de l'éprouvette qui avait été remplie avec le fond du ballon d'eau distillée, avaient des racines longues de 10 centimètres, mais sans trace de ramification. Peut-être le fond de la réserve d'eau renfermait-il des traces de silice extraite du verre par la vapeur d'eau, peut-être aussi l'éprouvette n'était-elle pas d'une propreté absolue ?

Dans tous les cas, les résultats fournis par les douze autres plantes autorisent à considérer ceux de cette dernière éprouvette comme un accident. Dès lors, il semble absolument certain que les caractères que j'ai constatés dans toutes mes cultures de l'eau distillée sont bien dus à l'absence des sels nutritifs et non à la présence des métaux nuisibles.

Quant à l'effet toxique des métaux, il est indiscutable. Les trois plantes qui ont été cultivées dans l'eau à laquelle j'avais ajouté de la tournure de cuivre, se sont à peine développées. Elles n'ont pas étalé une seule feuille. Leurs dimensions n'ont pas atteint la moitié de celles des Blés cultivés dans l'eau distillée. La chlorophylle ne s'est pas formée.Les plantes sont restées jaunes et leur sommet s'est flétri de très bonne heure. Elles étaient mortes à l'époque des comparaisons ; tandis que les plantes de l'eau distillée étaient bien vivantes, avec des racines rudimentaires, il est vrai, mais avec des feuilles bien étalées et colorées en vert intense.

En présence de ces résultats, je me crois en droit de considérer les faits que j'ai exposés précédemment comme définitivement établis.

CHAPITRE DEUXIÈME

ACTION SPÉCIALE A CHAQUE SEL

LUPIN

(Voir *Revue générale de Botanique*, Tome VIII, 1896, page 328 à 331).

SEIGLE

Dans des conditions d'expériences analogues aux précédentes, quinze jours après le début de la germination, les tiges et les feuilles du Seigle ne montrent que des différences de volume. L'ordre décroissant est représenté par la liste suivante :

1° Sol. de Knop sans sulfate de magnésie ;
2° Sol. de Knop normale ;
3° Sol. de Knop sans nitrate de chaux ;
4° Sol. de Knop sans nitrate de potasse ;
5° Eau distillée ;
6° Sol. de Knop sans phosphate de potasse.

Les racines de ces Seigles ont déjà été figurées dans la *Revue* (Voir *Revue générale de Botanique*, Tome VIII, 1896, Planche 11).

Plus longues dans la solution privée de nitrate de potasse 20) cent., puis dans la solution de Knop sans nitrate de chaux 12 cent., elles sont couvertes, sur toute leur longueur, dans ces deux solutions, de poils absorbants très serrés ayant 3 à 4^{mm} de longueur.

Dans le premier cas, les radicelles font défaut ; elles sont à peine ébauchées, mais nombreuses, dans le deuxième.

Dans la solution normale de Knop, les racines n'ont plus que 9 centimètres ; les poils absorbants sont très rares, peu développés, à peine visibles. En revanche, les radicelles sont très nombreuses et dépassent parfois un centimètre.

L'absence du sulfate de magnésie réduit encore leur longueur :

Elles n'ont plus que six centimètres et sont pourvues, sur toute leur étendue, de radicelles très nombreuses, régulièrement disposées, constantes dans leurs dimensions (2^{mm} environ).

Dans l'eau distillée et dans la solution sans phosphate de potasse, l'atrophie est évidente. Les racines ne laissent voir ni radicelles ni poils absorbants ; leur longueur ne dépasse pas deux centimètres.

L'époque avancée de la saison ne m'a pas permis de poursuivre ce développement. Aussi, pour toute conclusion, me bornerai-je à faire remarquer combien ces différences de morphologie externe sont déjà appréciables après 15 jours de végétation.

MORPHOLOGIE INTERNE

Dans le but de faire voir également, combien peut être grande l'influence d'un sel donné sur la structure, même après une action de faible durée, j'ai représenté (Pl. 7, fig. 42) la structure de la racine du Seigle né en l'absence de phosphate de potasse et (Pl. 7, fig. 41) celle de la racine du Seigle ayant vécu sans nitrates.

La première nous montre une écorce entièrement subérisée et un cylindre central renfermant de larges vaisseaux au sein d'un conjonctif extrêmement mince.

La deuxième (que l'on constate aussi bien en l'absence du nitrate de chaux qu'en l'absence du nitrate de potasse) diffère de la structure de la racine en solution complète par le nombre moins grand des assises de l'écorce et la réduction des espaces intercellulaires.

Enfin, je mentionnerai qu'en l'absence de phosphate de potasse, la feuille de Seigle est garnie d'un grand nombre de poils lignifiés, ce que l'on n'observe ni dans la solution de Knop, ni dans l'eau distillée.

Ces deux séries d'expériences sur le Lupin et le Seigle suffisent à montrer qu'il y a intérêt à rechercher l'action propre à chaque sel sur la forme et la structure des plantes.

Nous allons tenter de préciser l'action de quelques-uns de ces sels sur diverses espèces végétales.

RICIN

I. — ACTION DU PHOSPHATE DE POTASSE

Le 12 mai, j'ai semé des graines de Ricin dans une solution de Knop privée de phosphate de potasse et dans une solution de Knop complète.

MORPHOLOGIE EXTERNE.

Les différences observées le 19 juillet sont les suivantes :

	Sans Phosphate	Avec Phosphate
Longueur de la racine principale	0^{m}03	0^{m}30
Longueur moyenne des radicelles.	0,015	0,30
» » » racines adventives. . .	0,005	0,30
Axe hypocotylé	0,09 (très grêle).	0,09
Axe épicotylé	0,02	0,12
Nombre des entre-nœuds	5	8

Les feuilles, en l'absence de phosphate, sont restées petites (Pl. 12, fig. 79) en comparaison de celles de la solution complète (Pl. 12, fig. 77). Leur forme est modifiée : le lobe médian, relativement très allongé, proémine sur les lobes latéraux.

Pour nous en tenir aux faits principaux indiqués par le tableau ci-dessus, nous dirons : *Le phosphate de potasse augmente les dimensions de la plante ; il porte surtout son action sur l'allongement des racines.*

MORPHOLOGIE INTERNE

1° Racine

A. *Extrémité inférieure :*

a. *Solution de Knop*

I. La *moelle* est large. Elle renferme quatre faisceaux en croix, formés de vaisseaux disposés en file. Les plus extérieurs sont séparés du péricycle par trois rangées de cellules.

b. *Solution de Knop sans phosphate*

I. La *moelle* est large. On voit quatre faisceaux primaires formés de vaisseaux groupés en massifs. Les faisceaux s'écartent au centre ; les branches tendent à se rejoindre deux à deux comme pour entourer la moelle. Les vaisseaux les plus externes sont séparés du péricycle par 7 ou 8 rangées de cellules allongées radialement.

II. Le *liber* forme quatre paquets directement adossés au péricycle. En dedans, il s'appuie sur des arcs de cellules qui commencent à se diviser et se trouvent en rapport avec les premiers éléments du métaxylème.	II. Les quatre paquets de *liber* sont aplatis tangentiellement et séparés du péricycle par trois assises de cellules de parenchyme mince.
III. Le *métaxylème,* à peine ébauché montre qu'il provient de la différenciation de certaines cellules disposées en file reliant les vaisseaux les plus internes au liber.	III. L'origine du *métaxylème* est plus évidente encore.
IV. L'*endoderme* (Pl. 10, fig. 57) est marqué d'une ponctuation sur les faces latérales, auprès de l'intersection de ces faces et des faces internes.	IV. L'*endoderme* (Pl. 10, fig. 58) est peu différencié.
V. Les cellules de l'*écorce* sont rondes, à méats. A la périphérie, elles s'aplatissent. Les plus extérieures sont légèrement subérisées.	V. Les cellules de l'*écorce* sont allongées radialement; elles n'ont pas de méats. Au voisinage du cylindre central, elles renferment des cristaux mâclés.
	En examinant les coupes sans réactifs, on voit que la plupart des cellules de l'écorce sont opaques, jaunâtres. Cette coloration persiste après l'action de l'hypochlorite de soude. Après action du vert d'iode et du carmin, ces cellules conservent une coloration vert intense. On constate alors qu'il s'agit d'une propriété spéciale de leur contenu qui fixe la matière colorante, soit par places, soit dans toute son étendue.

B. *Région moyenne :*

a. *Solution de Knop* (Pl. 10, fig. 59).	b. *Solution de Knop sans phosphate* (Pl. 10, fig. 60).
I. Il n'y a pas de *moelle.* Le centre de l'organe est occupé par le métaxylème qui prend une grande importance. Ce métaxylème a des vaisseaux larges, disposés sans ordre apparent.	I. La *moelle* persiste, large, à cellules rondes, à méats. Elle est circonscrite par un anneau de métaxylème qui renferme des canaux sécréteurs (*sec*).
II. Les *vaisseaux primaires* (*v.p*) sont disposés sur une seule file.	II. Les *vaisseaux primaires* (*v.p*) sont disposés en massifs.
III. Les vaisseaux secondaires sont séparés du métaxylème par un arc épais de *tissu scléreux* très lignifié (*p. sc*).	III. Le *parenchyme secondaire* qui avoisine le métaxylème, bien que lignifié, n'a pas des membranes épaissies comme dans la liqueur de Knop.
IV. Au dos des faisceaux primaires existe un rayon relativement étroit de parenchyme qui sépare latéralement les libers. Le *liber* s'appuye directement sur le péricycle.	IV. Au dos des faisceaux primaires s'étale un large rayon de parenchyme qui s'épanouit, vers l'extérieur, entre le liber et le péricycle. Le *liber* est donc séparé du péricycle par plusieurs assises de cellules.
V. L'*endoderme* n'est pas lignifié.	V. L'*endoderme* est fortement lignifié.
VI. L'*écorce* est homogène, à cellules rondes et à méats, sans cristaux.	VI. L'*écorce* renferme des cellules analogues à celles que j'ai signalées à l'extrémité de l'organe ; mais en nombre beaucoup moins grand. Elle ne possède plus de cristaux.
VII. L'*assise subpériphérique* est légèrement subérisée.	VII. Les *assises de la périphérie* sont très fortement subérisées.

En somme, en l'absence de phosphate, les tissus parenchymateux (moelle, rayons) sont abondants; la lignification est moindre et la subérisation (endoderme, assises périphériques) est plus grande.

Au tiers supérieur de la racine, il devient impossible d'établir des comparaisons, parce que le nombre des radicelles est très grand dans la solution de Knop, ce qui altère profondément la structure de l'axe.

En résumé, dans la racine du Ricin, le phosphate de potasse détermine la formation d'un paquet de vaisseaux qui se substituent à la moelle. Il diminue l'importance des rayons de parenchyme et provoque l'apparition, au dos du métaxylème, d'arcs épais, de fibres scléreuses. Il retarde la subérisation de l'endoderme et celle des assises périphériques. Il empêche la formation de cristaux à l'extrémité de la racine.

Son absence produit dans l'écorce une modification du contenu de certaines cellules, fait naître des canaux sécréteurs au sein même du métaxylème et provoque l'apparition de cristaux vers le point végétatif de l'organe.

II. Axe hypocotylé (Pl. 10, fig. 62 et 61).

Le grand développement de l'assise génératrice lorsque la plante a vécu dans la liqueur de Knop, la réduction de cette assise lorsque la solution ne contient pas de phosphate, tels sont les deux faits opposés principaux que l'on observe en comparant les axes hypocotylés.

Dans le premier cas, il se développe en outre des fibres péricycliques (*scl*), et, au voisinage de l'anneau d'épaississement, des cristaux mâclés.

Ces fibres et ces cristaux font défaut quand la solution nutritive ne contient pas de phosphate.

En résumé, le phosphate de potasse active le développement des couches génératrices cambiales et des fibres péricycliques, il fait apparaître des cristaux dans l'axe hypocotylé.

III. Axe épicotylé (*3me entrenœud supérieur*).

En présence du phosphate (Pl. 10, fig. 63). l'assise génératrice est large et forme sept des vaisseaux secondaires qui viennent s'ajouter au bois primaire ; la moelle est creuse ; les sept assises les plus extérieures ont de larges méats remplis de liquide.

Quand le phosphate fait défaut, il n'y a pas de formations secondaires; la moelle est pleine; les trois assises les plus extérieures de l'écorce seulement ont des méats aquifères d'ailleurs peu développés. Tous les éléments sont moins nombreux et plus petits.

Dans les deux cultures, les cellules de la moelle contiennent en abondance des cristaux mâclés répartis surtout au voisinage des vaisseaux. On en rencontre aussi au voisinage du liber, et dans l'écorce, mais plus rarement.

Réflexions sur l'origine des cristaux du Ricin. — J'ai dit qu'on observe des cristaux dans toute l'étendue de la tige du Ricin qui a vécu dans la solution de Knop. On n'en trouve pas dans la racine.

Chez le Ricin qui a poussé dans une solution privée d'acide phosphorique, on observe ces mêmes cristaux à la fois dans l'axe épicotylé et à l'extrémité végétative de la racine : on n'en rencontre pas dans l'axe hypocotylé ni dans les régions supérieures de la racine.

Dans les deux cas, le nombre de ces cristaux est considérable au sommet de la tige.

Ces faits portent à penser que les éléments de l'atmosphère ne sont pas étrangers à leur formation.

Et, en effet, si l'on émet l'hypothèse que ces cristaux sont produits par la combinaison de certains des corps de la solution, on ne comprend pas pourquoi, dans un cas, ces cristaux se forment seulement au niveau des parties jeunes de la tige, alors que, dans l'autre cas, on les rencontre à la fois à l'extrémité de la tige et à celle de la racine, mais jamais dans les régions intermédiaires.

De plus, la solution privée de phosphates ne renferme que des azotates et des sulfates. Or, ces derniers seuls sont susceptibles de cristalliser ainsi ; mais la solution nutritive s'appauvrissant constamment, les cristaux devraient être moins nombreux dans les parties récemment développées que dans les régions plus anciennes ; ce qui est contraire à ce que nous avons observé.

Il paraît donc certain que l'atmosphère intervient dans la formation des cristaux et que, par conséquent, l'acide de ceux-ci dérive de l'acide carbonique.

Ce fait mérite d'être mis en relief :

En effet, la transformation de l'azote des nitrates en matières albuminoïdes met constamment en liberté les bases de ces sels. Il est évident que ces bases tendent à être aussitôt neutralisées.

Or, on conçoit que, si le milieu renferme un phosphate acide ou même un phosphate neutre, ces bases puissent être immédiatement fixées par ce sel et accompagner le phosphore dans ses migrations ultérieures. On comprend, en outre, que, à mesure de l'utilisation du phosphore dans les régions supérieures en voie de croissance, ces bases redeviennent libres, se combinent aux dérivés de l'acide carbonique de l'atmosphère et que des cristaux apparaissent. Dès lors, ces cristaux ne se forment qu'au sommet de la tige.

Mais, si le milieu ne renferme pas de sel susceptible de s'emparer des bases mises en liberté (comme c'est le cas pour la liqueur de Knop lorsqu'elle est privée de phosphate), ces bases ne peuvent se combiner qu'à l'acide carbonique du milieu. C'est ce qui semble se passer ici ; et les cristaux que l'on constate dans ce cas au sommet de la racine pourraient bien être dus, — quoi qu'on en pense généralement — à une absorption de l'acide carbonique par cet organe.

Quoi qu'il en soit de ces considérations théoriques que je donne d'ailleurs sous toutes réserves, des faits qui ont été précédemment exposés on peut conclure :

Dans la racine du Ricin, le phosphate de potasse détermine la formation d'un paquet de vaisseaux qui se substituent à la moelle. Il diminue l'importance des rayons de parenchyme et provoque l'apparition de fibres scléreuses au dos du métaxylème. Il diminue la subérisation de l'endoderme et des assises de la périphérie de l'écorce. Il empêche la formation de cristaux à l'extrémité de la racine.

Son absence provoque dans l'écorce une modification du contenu des cellules, fait naître des canaux sécréteurs au sein du métaxylème et provoque la formation de cristaux vers le point végétatif de l'organe.

Dans la tige, ce sel hâte le développement des couches génératrices cambiales et augmente l'importance des méats aquifères ; il différencie, dans l'axe hypocotylé, des fibres péricycliques.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS

PUBLIÉS EN 1894-1897

Le genre de Lichens, proclamé jadis le plus difficile de tous, vient d'être l'objet d'une savante Monographie (1) et se trouve ainsi mis à la portée de ceux qui s'intéressent à ces charmantes petites plantes. L'ouvrage de Floerke, *De Cladoniis, difficillimo Lichenum genere, commentatio nova*, datant de 1828, avait bien vieilli et n'était plus à la hauteur de la science actuelle. Dans les deux gros volumes de M. le Dr Wainio, qui ne comprennent pas moins d'un millier de pages, on trouve la description et l'anatomie de 134 espèces de *Cladonia* rangées d'après leur mode de végétation, l'examen et la revision des exsiccatas publiés et la discussion de toutes les formes et variétés données par les différents auteurs, et elles sont fort nombreuses. puis l'indication de tous les pays où elles ont été recueillies. Ces formes ou variétés sont maintenues par le savant monographe, si réellement elles représentent quelque chose de distinct du type, tout en s'en rapprochant, ou le plus souvent elles sont considérées par lui comme de simples variations, des « lusus » et rattachées aux variétés qu'il a adoptées. Ces 134 espèces sont réparties en trois sous-genres : *Cladina*, *Pycnothelia* et *Cenomyce*; le premier est un genre pour M. Nylander, le second pour Dufour et le troisième désigne dans Acharius tous les *Cladonia*. Le genre *Cladina* ne comprend, chez M. Wainio, que quatre noms, le *Cladonia rangiferina* Wob. et les espèces affines, le second sous-genre n'en a que deux et les 128 autres appartiennent au troisième, *Cenomyce*. Celles-ci sont d'abord divisées en deux grandes séries, d'après la couleur de l'apothécie : *Cocciferæ* et *Ochrophœæ*. Les *Cladonia* à fruits rouges sont pourvus d'un thalle ou verdâtre ou rougeâtre, et de là deux subdivisions : *Subglaucescentes* et *Stramineo-flavidæ*. On y remarque le *Cl. flabelliformis*, ancienne espèce de Floerke, abandonnée après lui et placée avec un autre nom sous le *Cl. macilenta* Hoffm et deux espèces nouvelles : *Cl. hypoxanthoides*, du Brésil, et *Cl. oceanica*, des îles Sandwich. La série des *Ochrophœæ* ou *Cladonia* à fruits bruns représente 97 espèces divisées en quatre parties : la première, *Clathrinæ*, n'a que trois espèces et répond au genre *Clathrina* Müll. Arg. ou *Cladia* Nyl. Dans la deuxième et la troisième, *Unciales* et *Chesmariæ*, sont distribuées les autres espèces du genre *Cladina* Nyl. et la troisième comprend en outre les *Cl. furcata* Schrad. et *squamosa* Hoffm. avec les espèces voisines. Ces deux parties sont celles qui contiennent le plus d'espèces nouvelles : *Cl. substellata*, *connexa*, *albofuscescens*, *mutabilis*, *polytrypa*, *consimilis*, *carassensis*, *chondotrypa*, *rhodolenca*, *sphacelata* et *pleurophylla*, recueillies par M. Wainio lui-même dans le voyage qu'il fit au Brésil en 1885; *Cl. erythrosperma*, de la même région, mais qui avait été déjà rapportée du Venezuela et nommée *Cl. squamosa* par M. Nylander; *Cl. mexicana*, du Mexique, appelée *Cl. lepidota* par ce dernier auteur et enfin *Cl. pseudopityrea*, de la Corse, qui se trouve dans l'herbier Schærer sous le nom de *Cl. squamosa*. La quatrième partie est consacrée aux espèces *Clausæ*, c'est-à-dire à celles qui ne présentent pas de fentes aux aisselles des ramifications du thalle et dont la cavité du scyphe est formée par un diaphragme. Elle se subdivise, d'après la manière dont les podéties prennent naissance, en *Podostelides* et en *Thallostelides*. La dernière comprend les *Cladonia* les plus vulgaires, c'est-à-dire les *Cl. pyxidata* Fr. et *Cl. fimbriata* Fr. Cette quatrième partie ne présente que trois espèces nouvelles, lesquelles viennent du Brésil : *Cl. solida*, *nana* et *testaceopallens*. Les autres noms nouveaux sont *Cl. intermediella*, de l'île Maurice; *Cl. stenophyllodes*, de la Nouvelle-Grenade et de Costa-Rica; *Cl. neozelandica*, de la Nouvelle-Zélande, dans l'herbier Arnold; *Cl. gymnopoda*, de Java, dans l'herbier Stizenberger, et enfin *Cl. isabellina*, de la Nouvelle-Grenade, dans l'herbier Müller. Il serait trop long d'énumérer toutes les formes ou variétés nouvelles créées par M. Wainio, ainsi que tous les noms spécifiques qui, pour raison de priorité, ont été changés, comme par exemple *Cl. reticulata* (Russ.) au lieu de *Cl. lacunosa* (Bory), etc. C'est avec intention que tout à l'heure j'ai cité plusieurs herbiers; j'ai voulu montrer que l'auteur ne s'est pas contenté d'étudier celui du Muséum de Paris et des grandes villes de l'Europe, mais qu'il a examiné ceux des principaux lichénologues. En parcourant son ouvrage, fruit d'un long et patient labeur, on est effrayé à la pensée de tous les mémoires qu'il a fallu compulser et de tous les exemplaires de *Cladonia* que l'auteur a examinés avec un soin très judicieux. Ainsi plus de cent pages sont consacrées au seul *Cl. fimbriata* Fr.; les *Cl. pyxidata* Fr., *furcata* Schrad et *gracilis* Willd. en ont chacun une quarantaine.

---

(1) Dr E Wainio : *Monographia Cladoniarum universalis* (Extr. des Acta Societatis pro Fauna et Flora fennica); Helsinforsiæ, 2 vol. in-8°, 1887 et 1894.

Un autre Mémoire relatif aux *Cladonia* et qui est en quelque sorte la conséquence de la Monographie de M. Wainio est celui de M. ARNOLD sur les exsiccatas du Dr Rehm (1). Celui-ci en a publié, de 1869 à 1895.

---

(1) Dr F. Arnold : *Dr Rehm Cladonia exsiccata*, 1869-1895; München. 1895, br. in-8° de 34 pages.

un total de 440 : M. Arnold a revisé ses déterminations et d'après ses vues personnelles et en se conformant aux observations de M. Wainio. L'opuscule de M. Arnold se divise en six parties. La première indique la date de l'apparition des *Cladoniæ exsiccatæ*; la deuxième donne les noms que doivent porter chacun des 440 numéros; la troisième les place sous chacune des 47 espèces auxquelles ils appartiennent et contient en outre un certain nombre de remarques. Dans les quatrième et cinquième parties se trouvent les noms des collecteurs et ceux des lieux d'origine de ces *Cladonia*, et enfin la sixième résume la classification des différents auteurs qui se sont occupés de ce genre.

Les plus parfaits des Lichens, les Stictées, ou, comme disent les Allemands, les Lichens à fossettes, *Grübchenflechten*, ont été réunis par le regretté M. Stizenberger en une savante monographie (1). Son ouvrage se divise en deux parties : la première est consacrée aux notions générales sur les Stictées et à l'étude de l'histoire de leur organisation ainsi qu'à celle de leur classification. Dans la seconde sont énumérées les 189 espèces qui appartiennent à la tribu des *Stictei*. Il y a environ cinquante ans, on n'en connaissait qu'une quarantaine. Delise, dans son *Histoire des Lichens*, genre *Sticta*, parue en 1822 et demeurée classique à cause des belles planches qui l'accompagnent, en a bien décrit 61, mais, comme le remarque M. Stizenberger, 20 doivent en être exclues comme ou appartenant à d'autres genres, ou étant douteuses, ou encore n'étant plus regardées que comme des variétés. Les lichénologues, contemporains ou successeurs du savant Normand, E. Fries, Persoon, Laurer, Taylor, Schærer, Montagne et Babington ont augmenté ce total, mais dans une faible proportion ; ce sont surtout les modernes et en particulier MM. Nylander, Krempelhuber et Müller, qui l'ont considérablement grossi. M. Stizenberger, simplifiant la classification de M. Nylander (2), n'a admis que trois genres dans cette tribu : *Ricasolia* avec 35 espèces, *Sticta* avec 82 et *Stictina* avec 72. Les deux derniers genres sont divisés en trois sections : *lacunomaculatæ*, *pseudocyphellatæ* et *eucyphellatæ*. Le nom de chaque espèce est suivi de l'indication des exsiccatas, quand il y en a eu de publiés, de la forme et des mesures des spores, si elles sont connues, des réactions, de leur distribution géographique et çà et là de courtes descriptions ; deux espèces seulement ont été entièrement décrites, *Sticta aurora* DN. et *Stictina Berteroana*; ce dernier, dans mes *Lichenes exotici* n° 879, est placé au nombre des *Ricasolia*. Le *R. Montagnei* Nyl. a été également changé de genre et est devenu un *Sticta*. Une seule espèce, trop brièvement décrite, est nouvelle, le *Sticta Valdiviana* Nyl. Quelques-unes ont repris un nom plus ancien, comme le *Ricasolia erosa* Nyl. et le *R. crenulata* var. *stenospora*, qui sont synonymes et doivent se nommer *R. querci-*

---

(1) Dr E. Stizenberger : *Die Grübchenflechten und irhe geographisch Verbreitung* (Extr. du Flora, 1895); br. in-8° de 63 pages.

(2) Voir Hue : *Lichenes exotici*, pp. 86-101.

zans Ach., et le *Sticta canariensis* Schær., qui redevient le *S. quercifolia* Tayl. Il faut remarquer que ce nom spécifique *quercizans* a été pendant bien longtemps appliqué à un *Stictina*, lequel est désigné maintenant sous le nom de *S. Weigelii* Stizenb. Enfin, cet auteur fait remarquer que les gonidies bleues du *Stictina retigera* Müll. Arg., méconnues par M. Nylander dans son *Synopsis*, ont été distinguées, non par M. Müller, comme celui-ci l'écrit en 1895, mais par Schwendener, dès l'année 1863. Quant à la distribution des espèces de ces trois genres dans chacune des cinq parties du monde, on remarque que l'Amérique en possède le plus grand nombre, 121 ; 88 ont été observés en Australie, 51 en Asie, 41 en Afrique et seulement 14 en Europe. Cette dernière n'en a aucune qui lui soit propre ; 65 ne végètent qu'en Amérique, 43 en Australie, 16 en Asie et 9 en Afrique. C'est donc l'Australie et l'Amérique qui présentent le plus d'espèces endémiques, et la première en a presque la moitié du total.

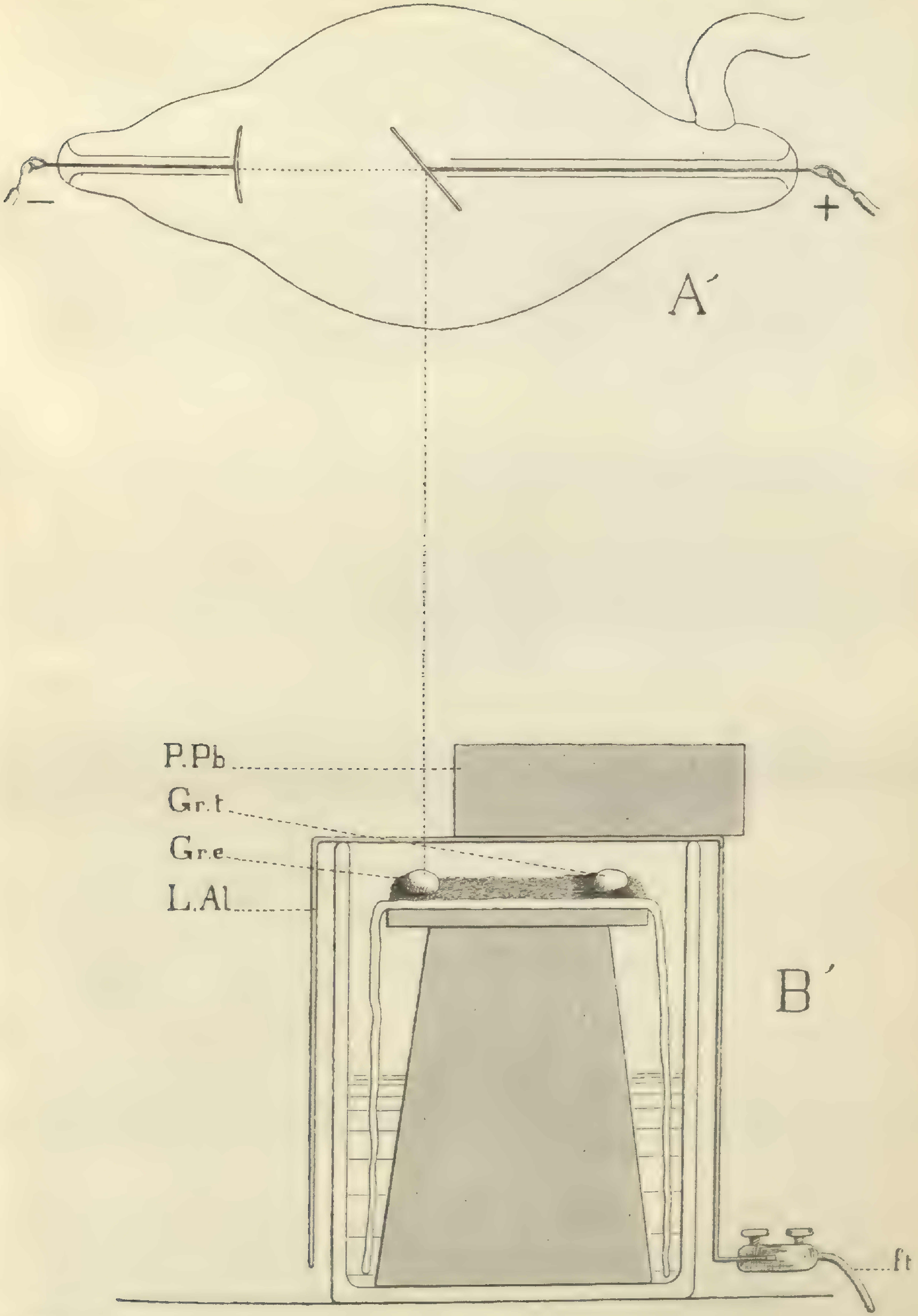
(*A suivre*). Abbé Hue.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

A
B
−
+
L.Al
P.Pb
Gr.t
Gr.e
f.t

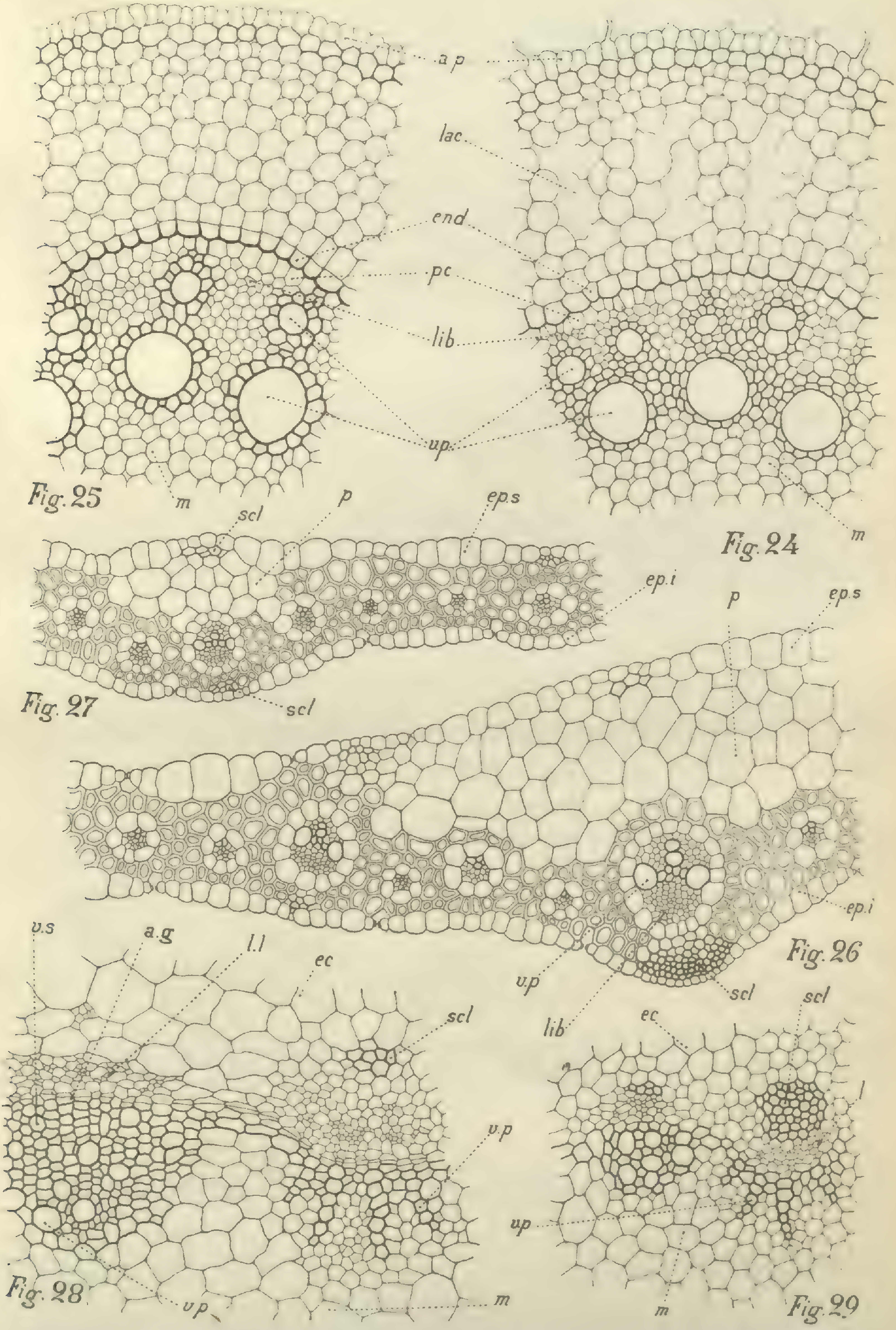
Thouvenin del. *Imp. Le Bigot.* *Berlin sc.*

Premier appareil pour l'étude de l'influence des rayons X sur la germination.


−
+
A′
P.Pb
Gr.t
Gr.e
L.Al
B′
ft

Thouvenin del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Second appareil pour l'étude de l'influence des rayons X sur la germination.


a.p
lac
end
pc
lib
v.p
m
Fig. 25
Fig. 24
m
scl
p
ep.s
ep.i
scl
Fig. 27
p
ep.s
ep.i
Fig. 26
v.p
lib
scl
v.s
a.g
l.l
ec
scl
v.p
v.p
m
Fig. 28
ec
scl
l
v.p
m
Fig. 29

Ch. Dassonville del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Maïs [24 et 26 (*Knop*); 25 et 27 (*eau*)]. — *Grand Soleil* [28 (*Knop*); 29 (*eau*)]

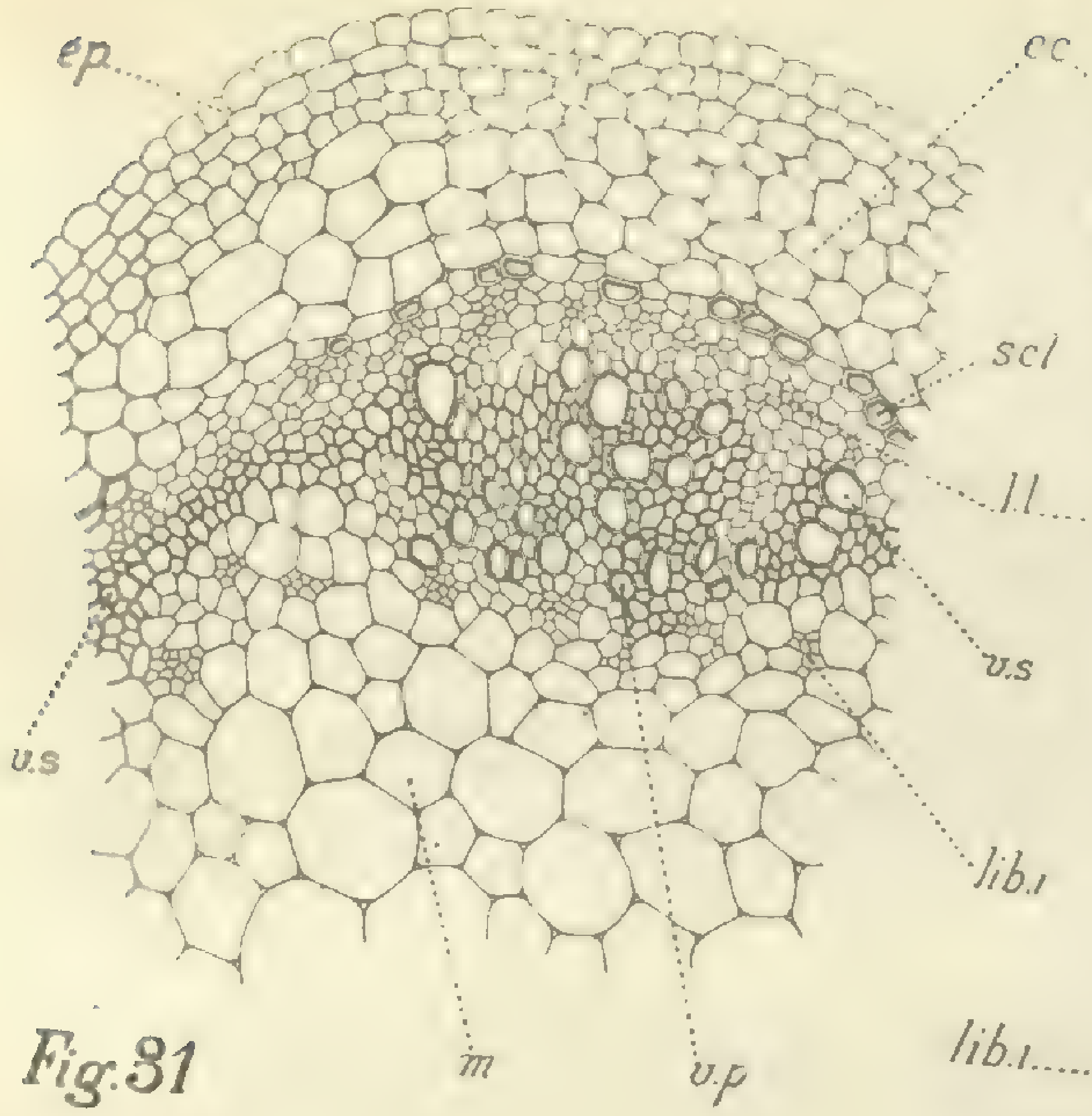

ep
ec
scl
ll
v.s
v.s
lib.l
m
v.p

Fig. 31

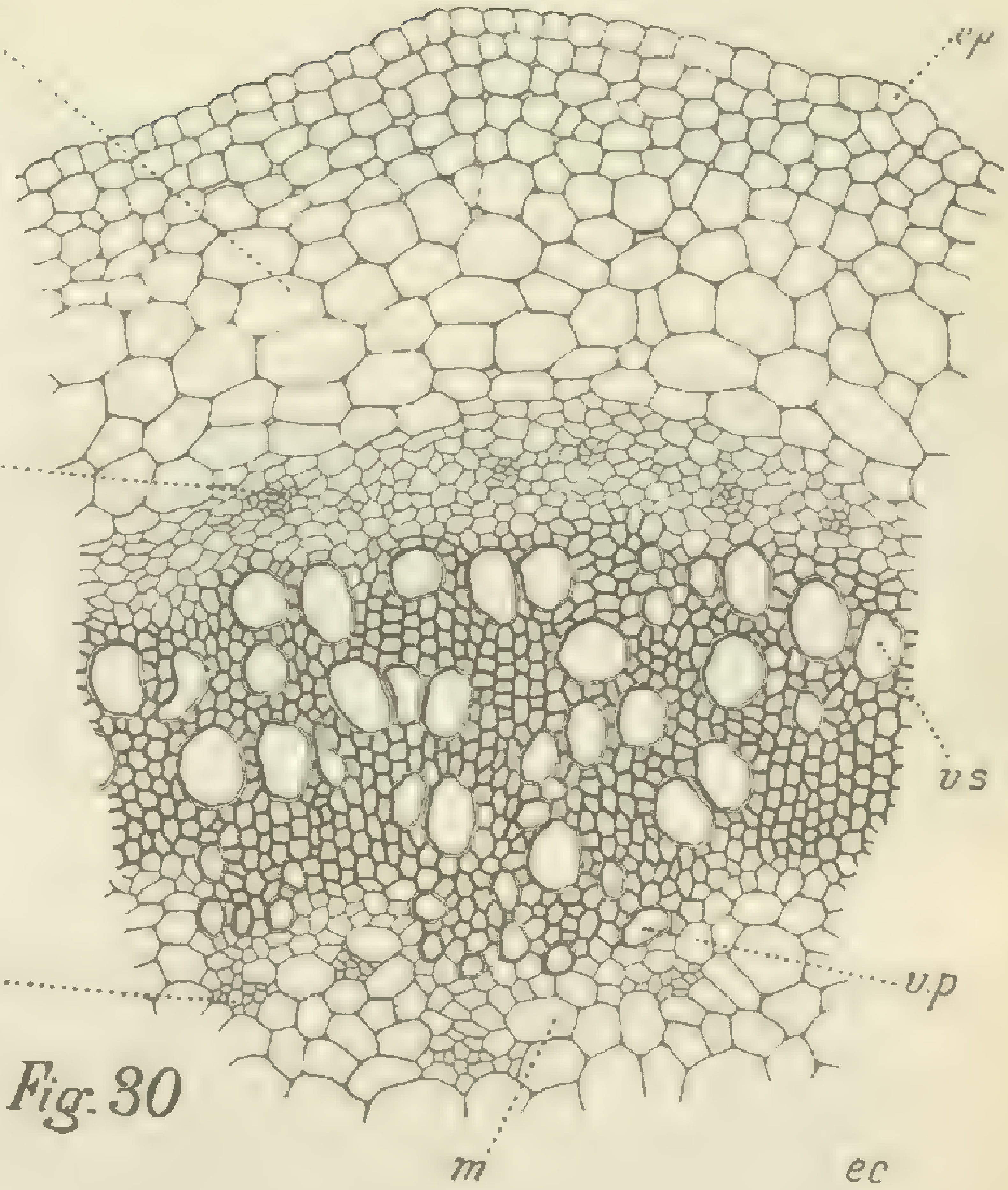

ec
ep
v.s
lib.l
v.p
m

Fig. 30

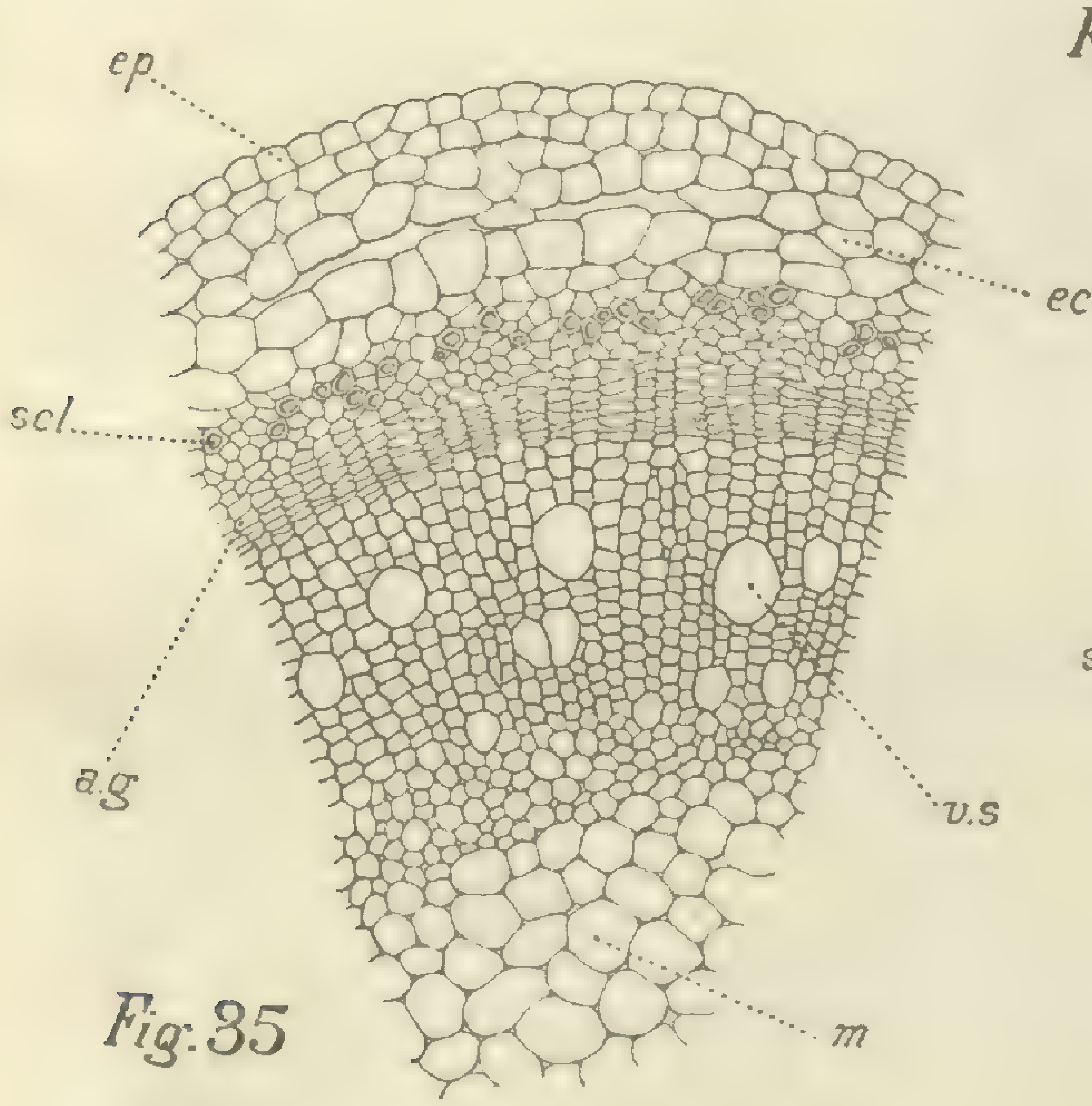

ep
ec
scl
a.g
v.s
m

Fig. 35

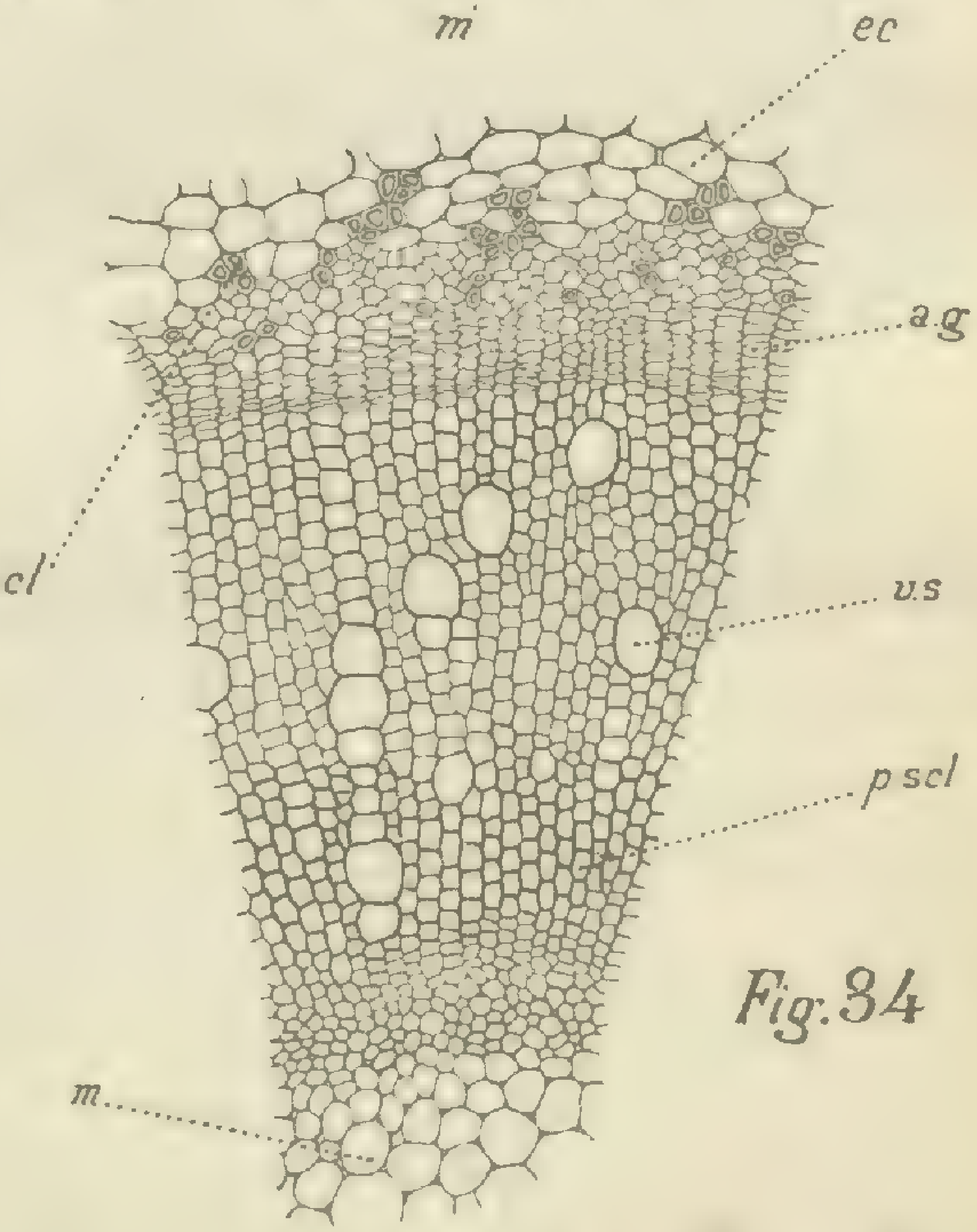

ec
a.g
scl
v.s
p.scl
m

Fig. 34

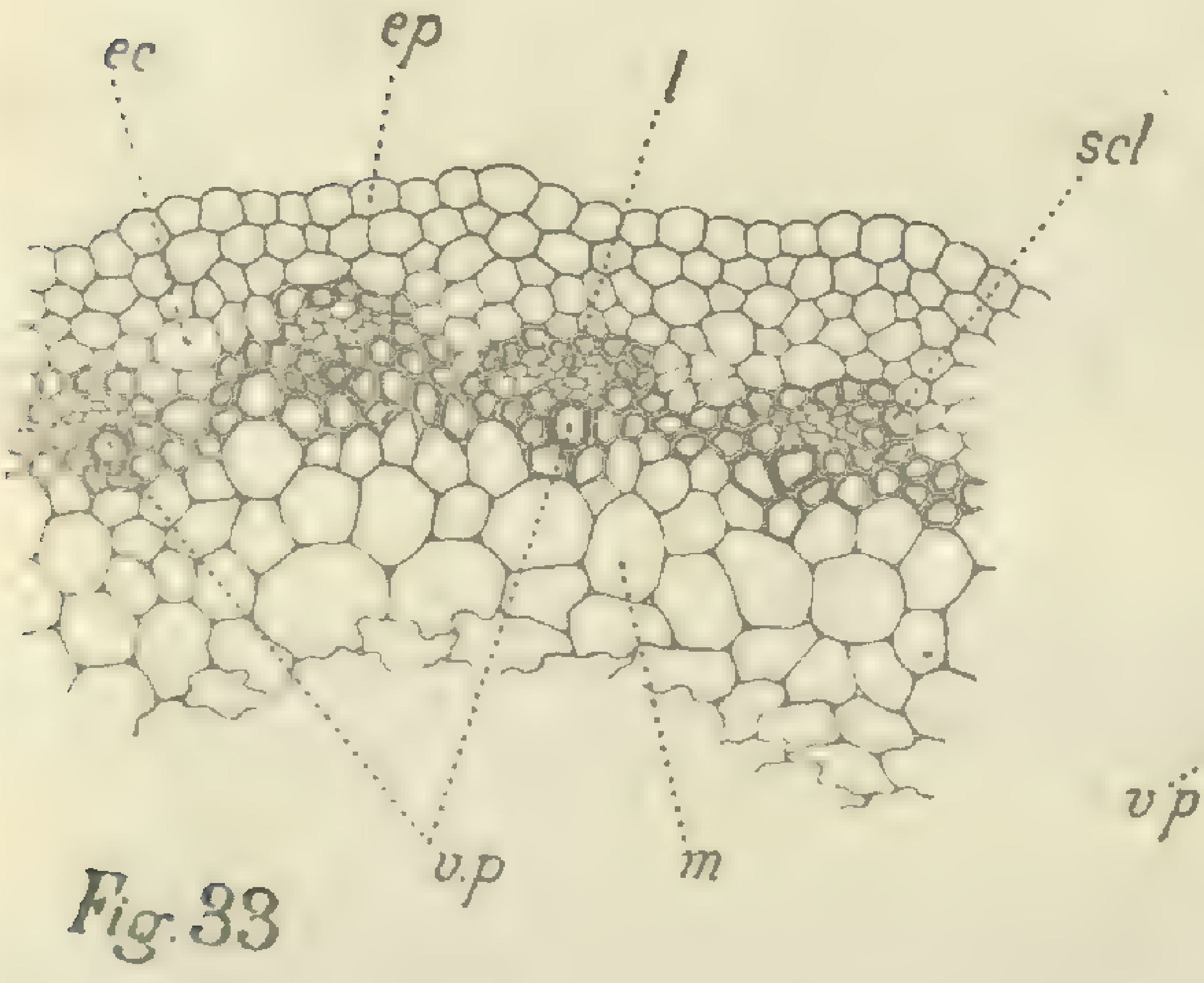

ec
ep
l
scl
v.p
m

Fig. 33

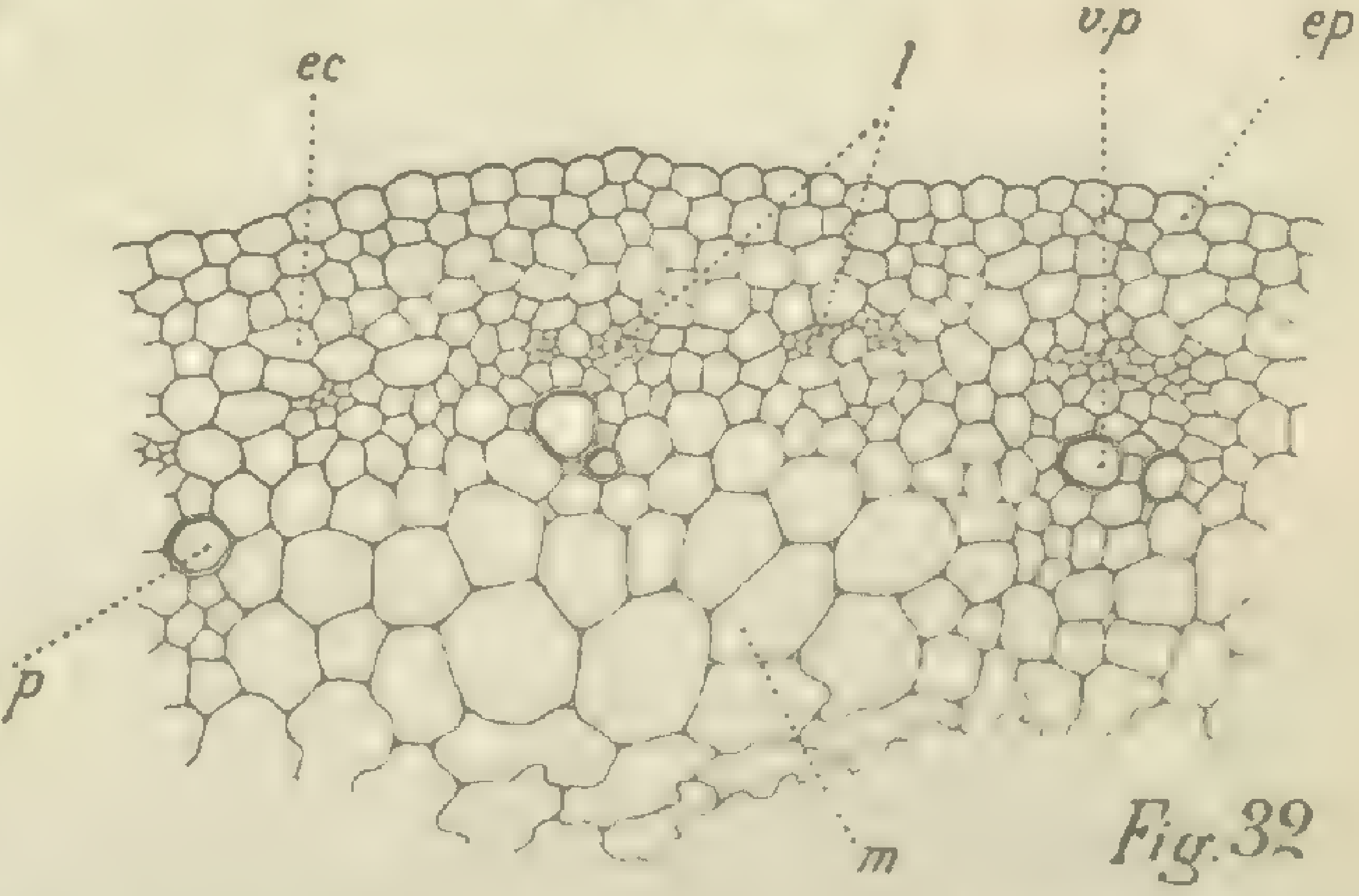

ec
l
v.p
ep
v.p
m

Fig. 32

Ch. Dassonville del. *Imp. Le Bigot.* *J. Poinsot sc.*

Pomme de terre [30 (*Knop*); 31 (*eau*)]. — *Sarrasin* [32 (*Knop*); 33 (*eau*)].
Chanvre [34 (*avec sulfate*); 35 (*sans sulfate*)].

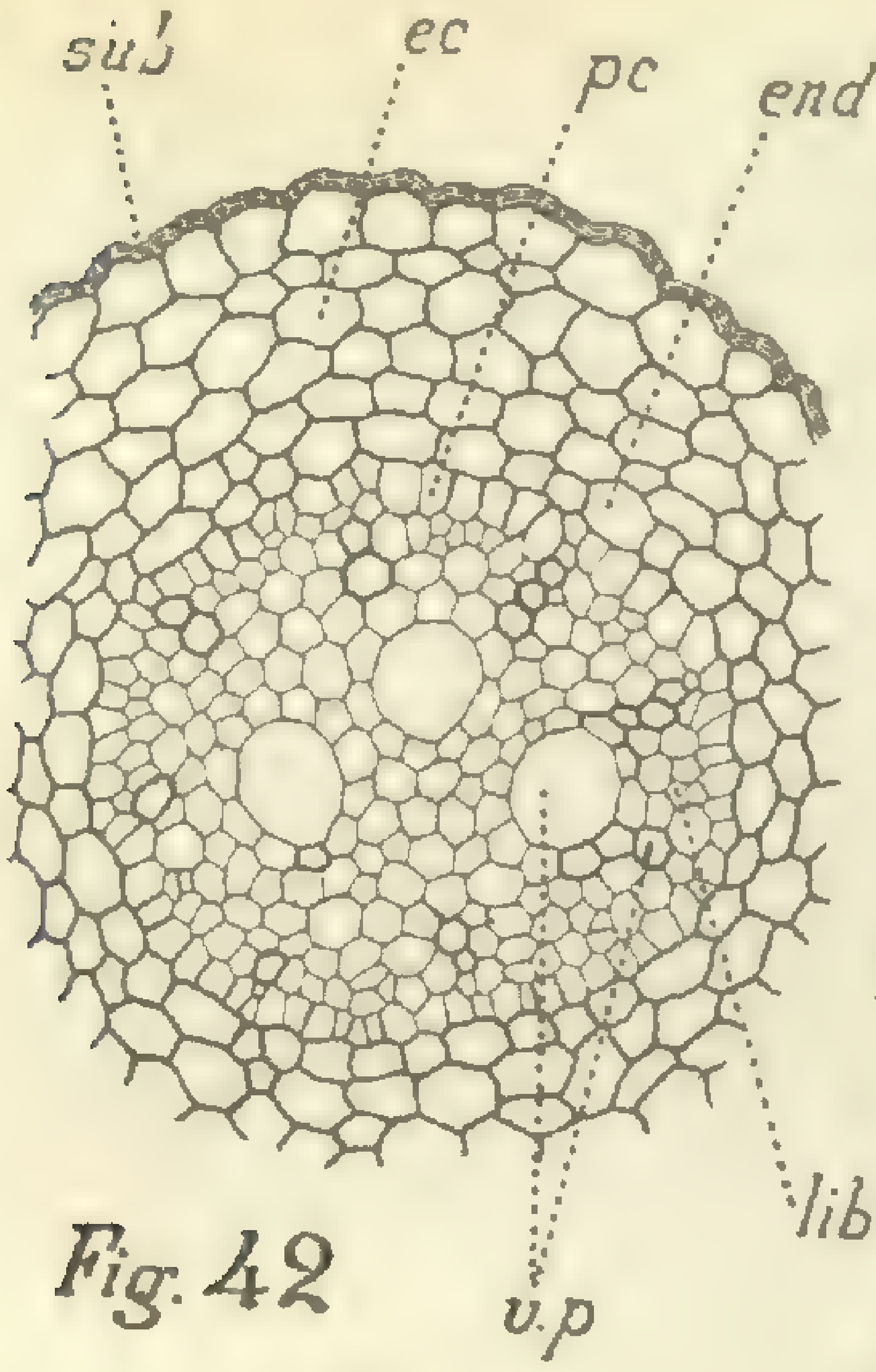

sub
ec
pc
end
lib
v.p

Fig. 42

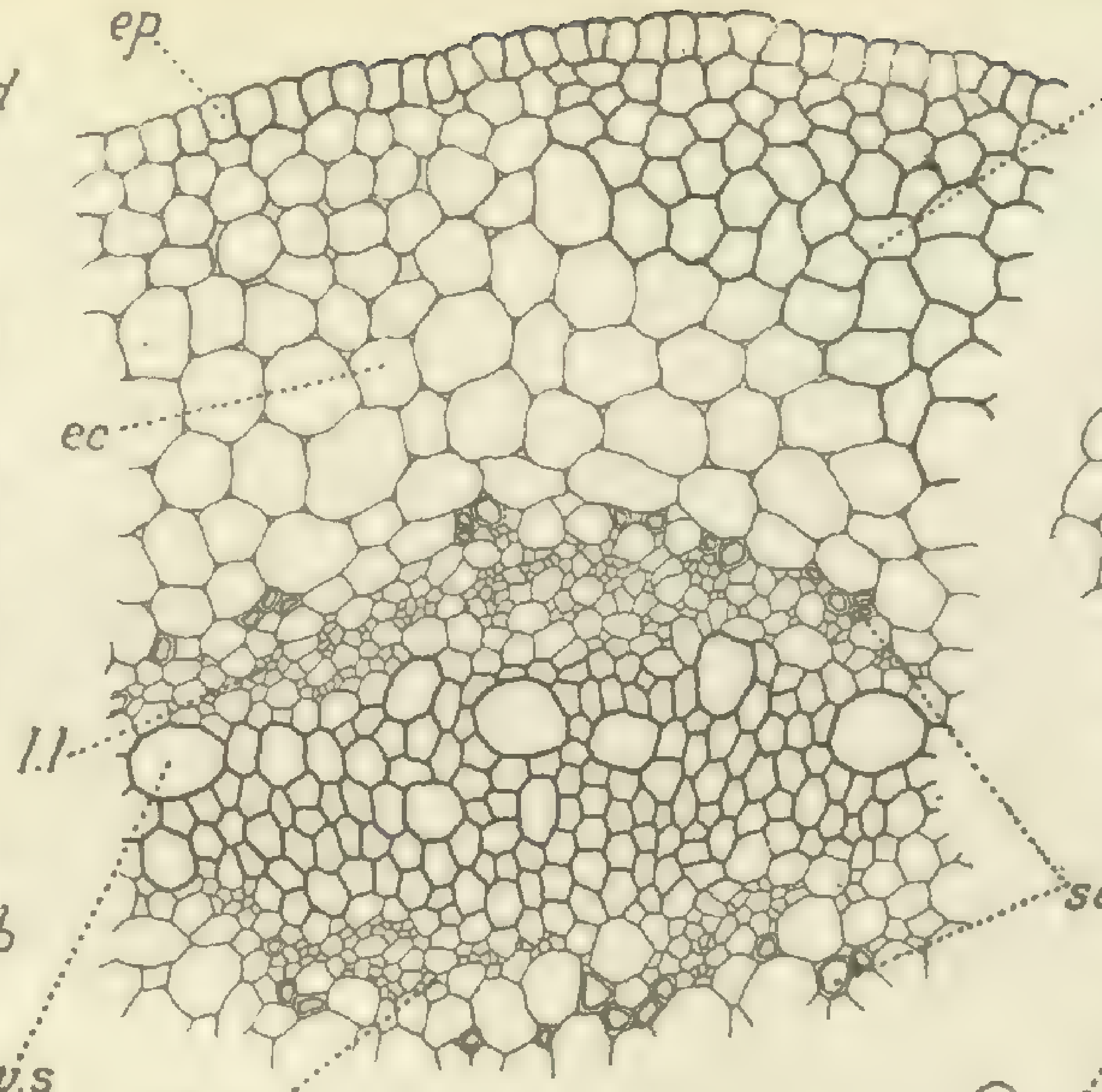

ep
lig
ec
l.l
scl
v.s
lib.i

Fig. 40

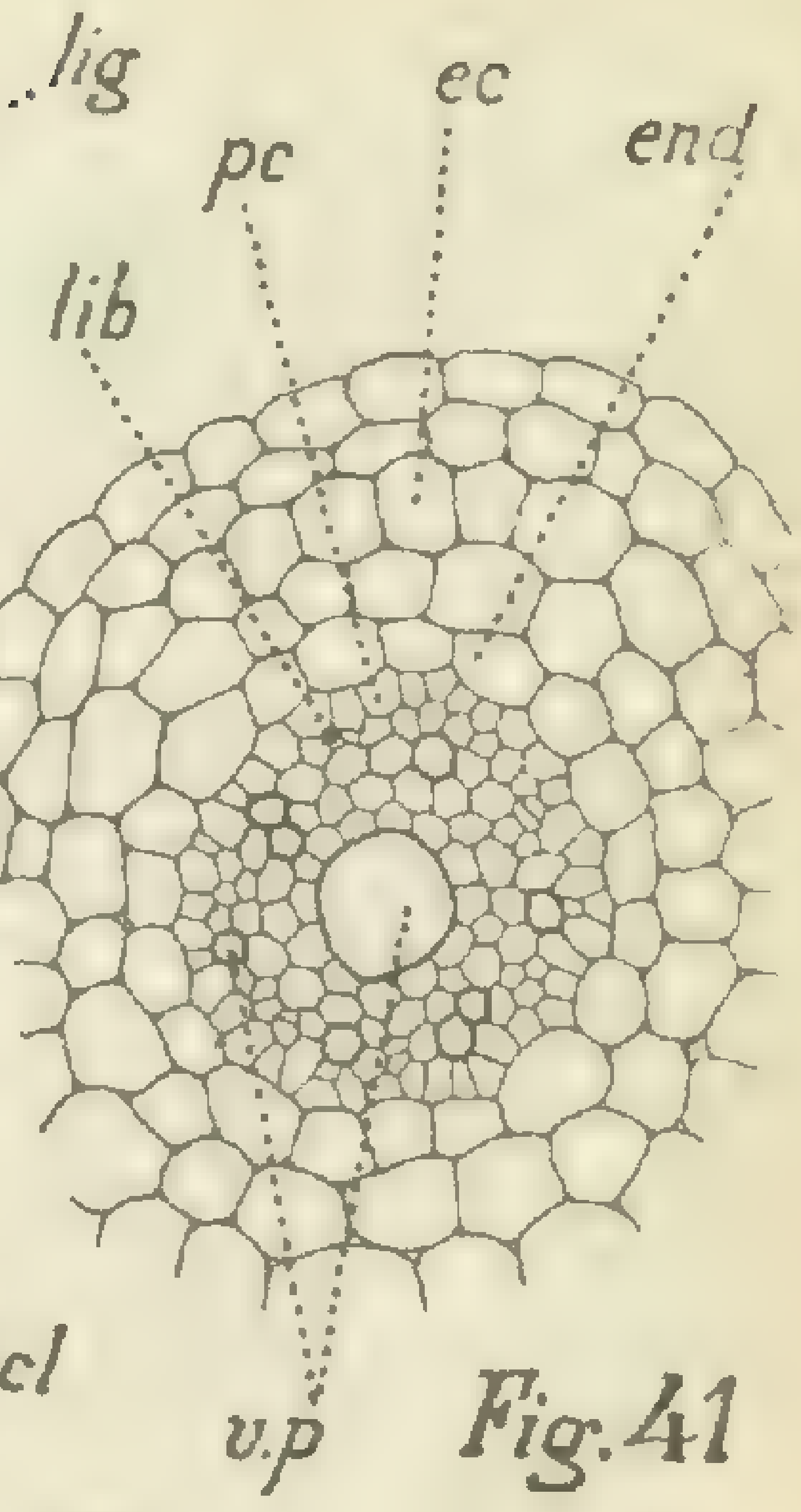

lib
pc
ec
end
v.p

Fig. 41

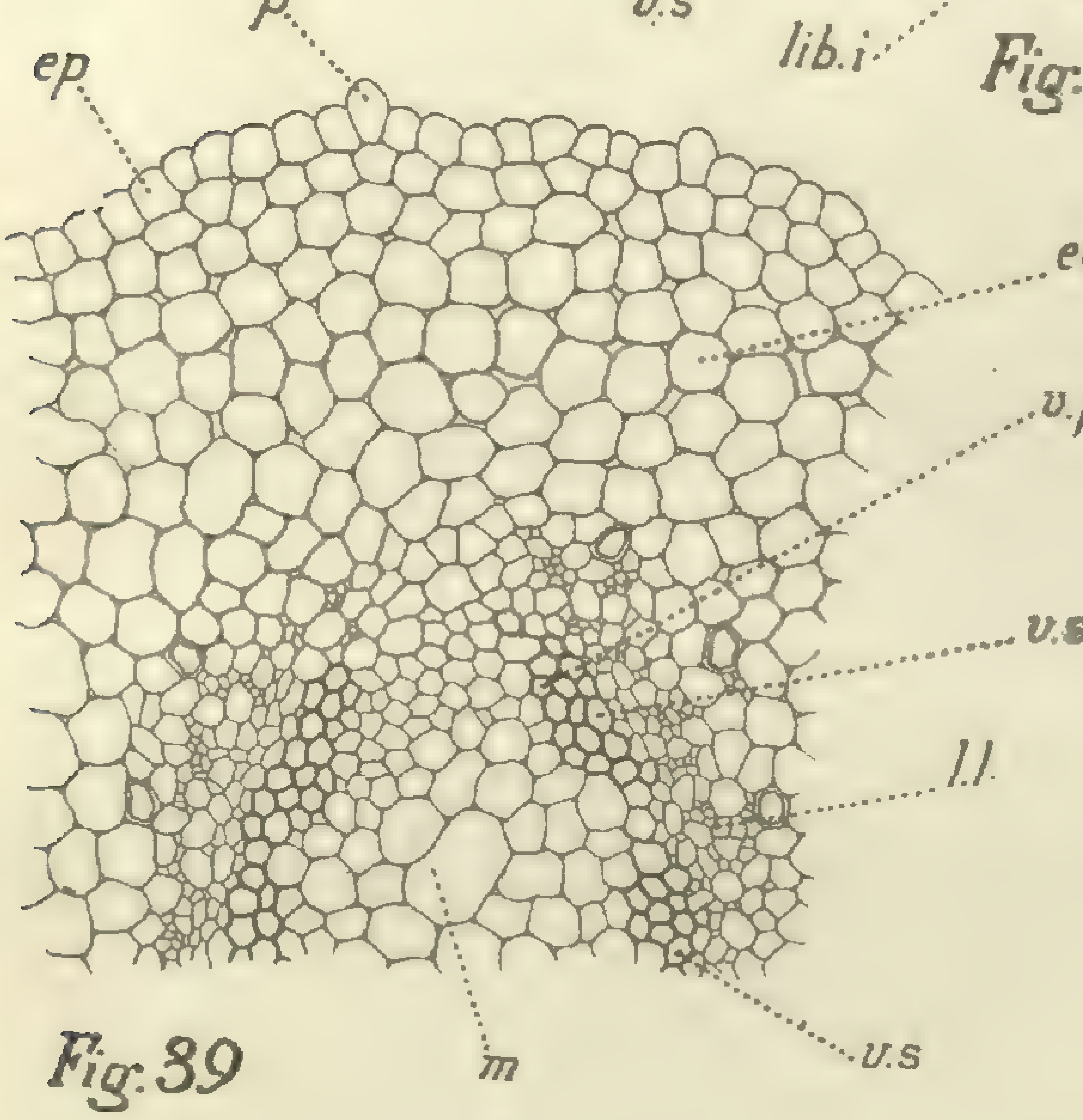

ep
p
ec
v.p
v.s
l.l
m
v.s

Fig. 39

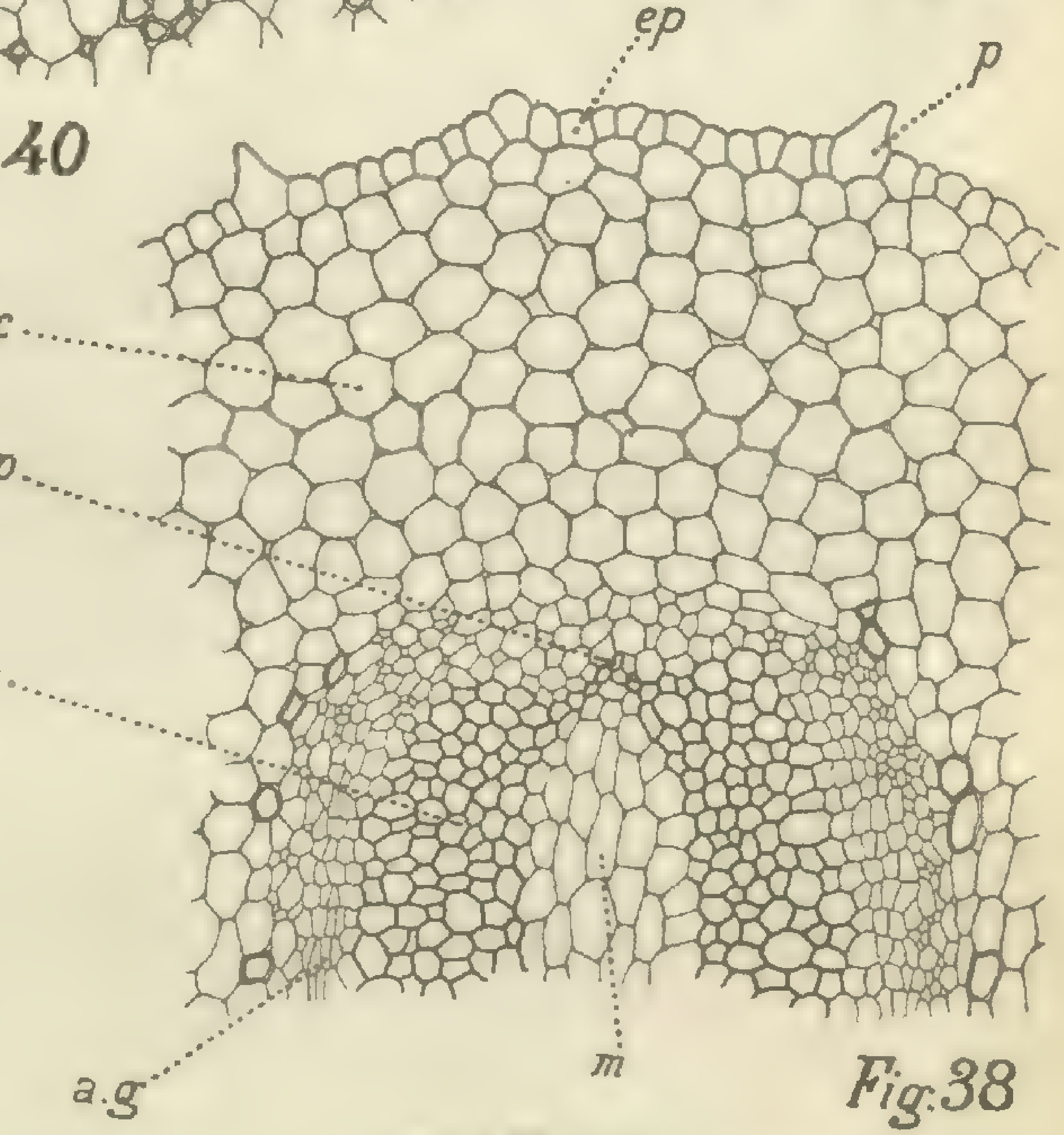


Fig. 38

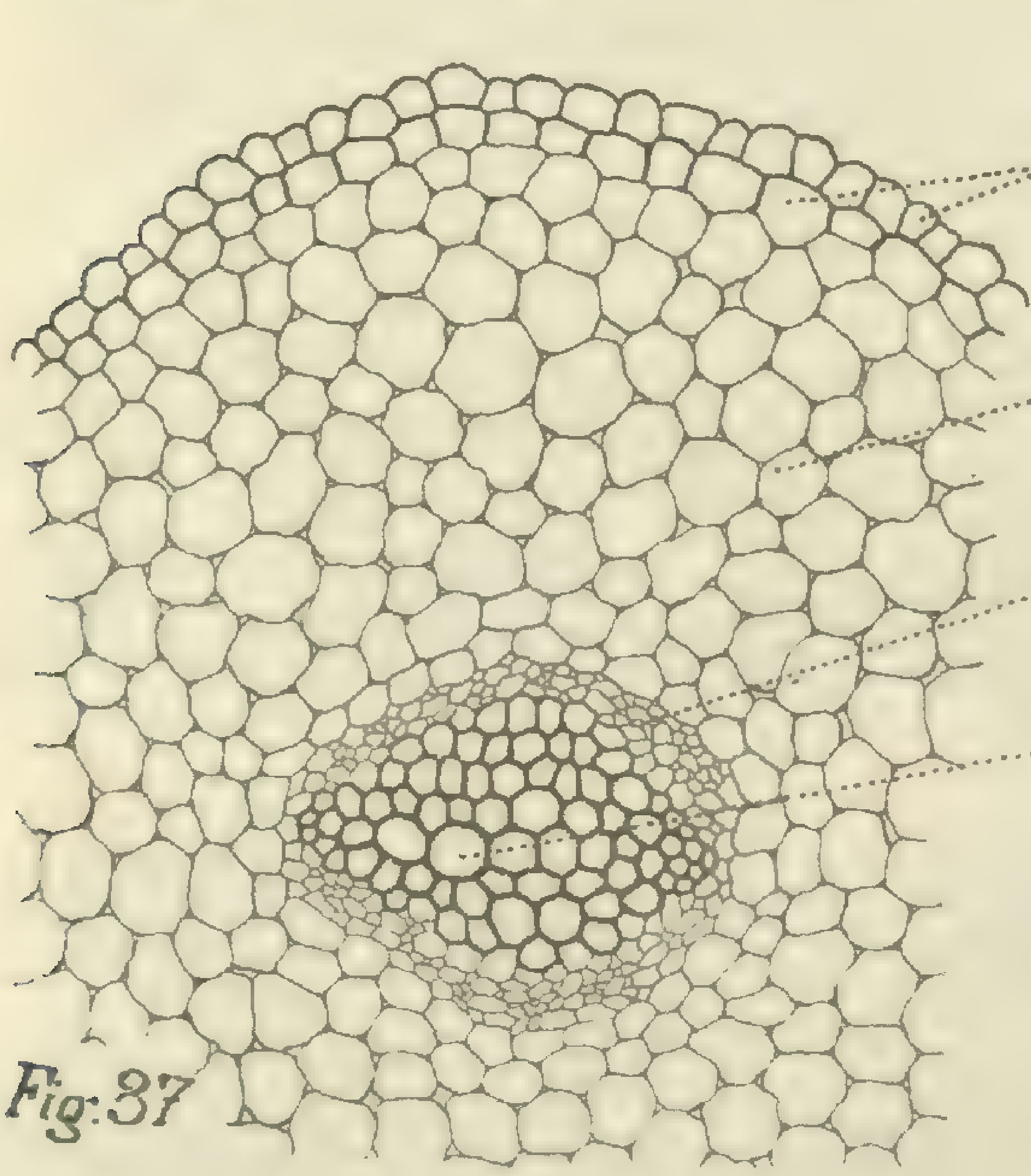

lig
ec
l
v.p
v.s
l.l

Fig. 37

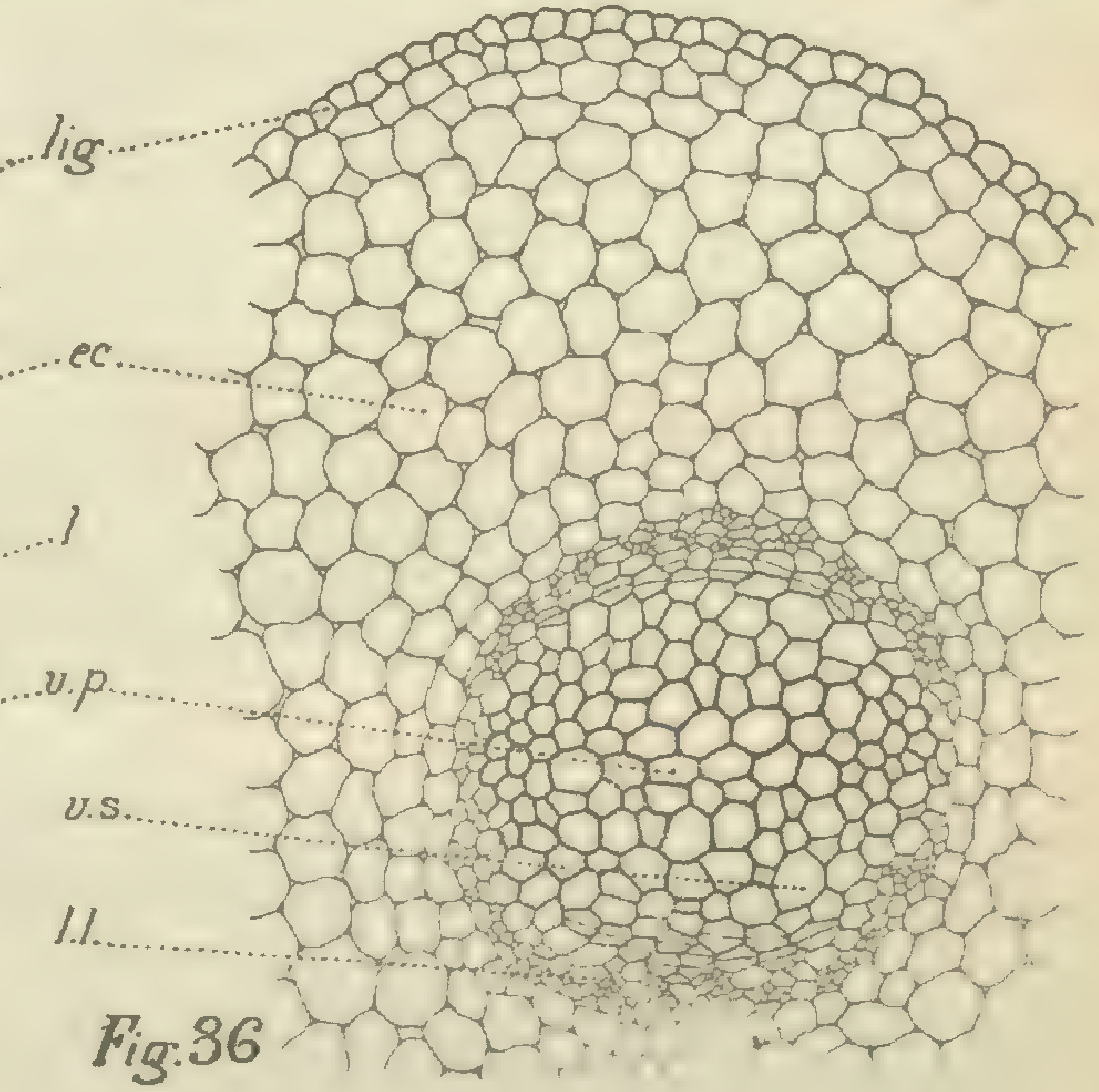


Fig. 36

Ch. Dassonville del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Lin [36 et 38 (*Knop*); 37 et 39 (*eau*)]. — *Pomme de terre* [40 (*immergée dans l'eau*).
Seigle [41 (*sans nitrates*); 42 (*sans phosphate*)].

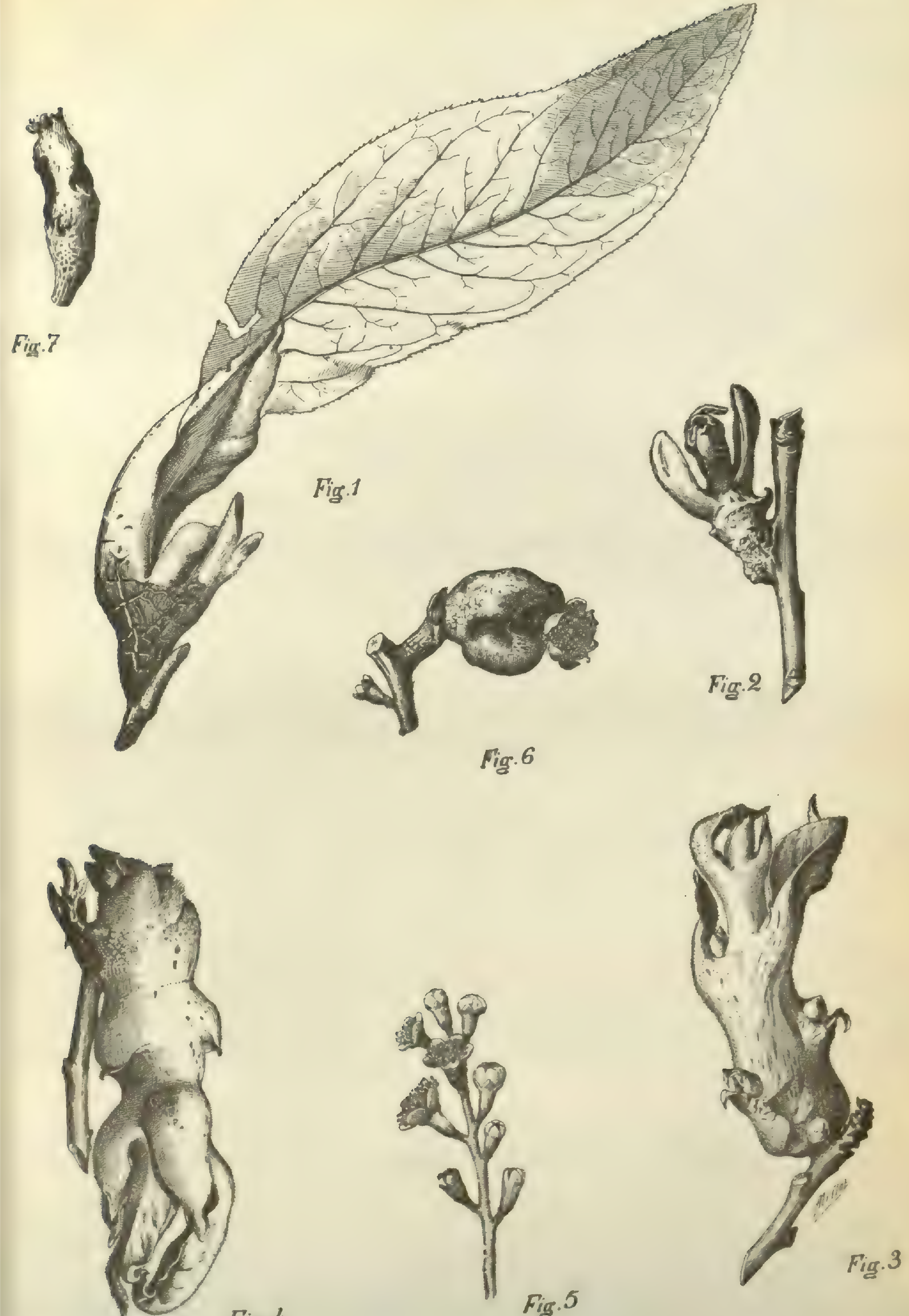


Fig.7
Fig.1
Fig.2
Fig.6
Fig.3
Fig.4
Fig.5

Millot del. Imp. Le Bigot. Bertin sc.

Tumeurs produites sur le Symplocos *sp. par l'*Exobasidium Symploci *Ell.*

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

Dr K. Gœbel : *Organographie der Pflanzen insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen. Erster Teil : Allgemeine organographie* (Iena, Gustave Fischer, 1898).

J. H. Wakker en F. A. F. C. Went : *De Ziekten van het Suikerriet op Java.* Avec 25 planches (Leyde, Brill, 1898).

Agardh : *Analecta algologica. Continuatio IV* (Acta Universitatis Lundensis, tome XXXIII, 1897).

Areschoug : *Ueber die physiologische Leistungen und die Entwickelung des Grundgewebes des Blattes* (Ibid.).

Lidforss : *Zur Physiologie des pflanzlichen Zellkernes* (Ibid.).

S. Murbeck : *Contributions à la connaissance des Renonculacées. — Cucurbitacées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique* (Ibid.).

S. Berggren : *Om Cyperaceerna* (Ibid.).

Dr R. v. Wettstein : *Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematick.* Avec 7 cartes (Iena, Gustave Fischer, 1898).

Hte Marcailhou d'Aymeric : *Contribution à la flore de l'Andorre. Ascensions au Puig de Coma Pedrosa et au Puig Dels Fessons* (Bagnères-de-Bigorre, D. Bérot, 1898).

P. Bubani : *Flora Pyrenæa. Opus posthumum editum curante* O. Penzig. Vol. I (Milan, U. Hœpli, 1897). L'ouvrage sera complet en 4 volumes. Le vol. II sera publié en 1898, le vol. III en 1899 et le vol. IV en 1900.

Dr F. Tognini : *Anatomia vegetale* (Milan, V. Hoepli, 1897).

L. Montemartini : *Fisiologia vegetale* (Milan, V. Hoepli, 1898).

Dr F. Cavara : *Ipertrofie ed anomalie nucleari in seguito a parassitismo vegetale* (Florence, A. Materassi, 1896).

— *Contributio alla morphologia ed allo sviluppo degli idioblasti delle Camelliee* (Atti del R. Instituto botanico dell' Università di Pavia.

— *Intorno ad alcune strutture nucleari* (Ibid.).

C. E. Bessey : *Some Considerations upon the Functions of Stomata* (Science, Vol. VII, 1898).

L. Vidal : *Sur la structure et le développement du pistil et du fruit des Caprifoliacées* (Annales de l'Université de Grenoble, 1897).

J. Beauverie : *Etude des modifications morphologiques et anatomiques de thalles de Marchantia et de Lunularia obtenues expérimentalement* (Lyon, A. Rey, 1897).

F. Heydrich : *Neue Kalkalgen von Deutsch-Neu-Guinea.* Avec 1 planche (Bibliotheca botanica, Stuttgart, 1897).

Dr N. Wille : *Beiträge zur physiologischen Anatomie der Laminariaceen* (Christiania, 1897).

Erwin F. Smith : *The Black rot of the Cabbage* (Washington, U. S. Department of Agriculture, Farmers' Bulletin n° 68, 1898).

F. C. Stewart : *A Bacterial disease of sweet corn* (New-York Agricultural Expériment Station, Bulletin n° 130, 1897).

C. P. Close : *Results with oat smut in 1897* (Ibid., Bull. n° 131, 1897).

— *Spraying in 1897 to prevent gooseberry Mildew* (Ibid , Bull. n° 133, 1897).

---

325 — Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Avril 1898

N° 112

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1898

I. — RECHERCHES SUR LE BLACK ROT DE LA VIGNE (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet** . 129

II. — LA VÉGÉTATION FORESTIÈRE PENDANT L'ANNÉE 1893. NOUVELLES OBSERVATIONS, par **M. Edmond Henry** 142

III. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville** *(suite)* 161

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1894-1897, par **M. A. M. Hue** *(suite)*. 171

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 10. — *Ricin.*
PLANCHE 11. — *Tomate.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES SUR LE BLACK ROT DE LA VIGNE

par **M. A. PRUNET.**

INTRODUCTION

Le black rot est une des plus redoutables maladies de la Vigne. Il n'en est pas qui dans le même temps cause d'aussi grandes pertes.

Le black rot est originaire de l'Amérique du Nord. Comme le mildiou, il a été introduit en France avec les cépages américains résistant au phylloxera destinés à servir de porte-greffe aux cépages européens.

Le black rot existe aux États-Unis sur toutes les vignes sauvages ou cultivées à l'est des montagnes Rocheuses et au sud du 43° de latitude. Son domaine correspond sensiblement à celui du mildiou. Il est particulièrement fréquent et intense au voisinage des grands cours d'eau comme le Missouri, l'Ohio et dans les États qui bordent l'Atlantique, le golfe du Mexique et les grande lacs.

Les diverses espèces du genre *Vitis* peuvent être atteintes de black rot, mais avec une intensité très inégale.

Le *Vitis vinifera* est particulièrement sensible à la maladie.

Parmi les espèces américaines, les plus résistantes sont les *Vitis rupestris*, *V. Berlandieri*, *V. cinerea*, *V. Linsecomii*, *V. monticola*, *V. candicans*; viennent ensuite les *V. riparia*, *V. cordifolia*, *V. rotundifolia*; les espèces les moins résistantes sont les *Vitis Labrusca* et *V. aestivalis* (1).

Les viticulteurs américains ont été obligés de renoncer à la culture des cépages européens, tous dérivés du *V. vinifera*, principalement à cause de leur sensibilité au black rot. Leur préoccupation constante a été de créer par hybridation ou par croisement des cépages plus ou moins indemnes de black rot. Ils ont dû pour cela recourir aux espèces les plus résistantes, telles que les *Vitis*

(1) Lamson Scribner : *Report on the Fungus diseases*, p. 47 et suivantes : — P. Viala : *Une mission viticole en Amérique*, p. 223 et suivantes.

rupestris, *V. Linsecomii*, *V. rotundifolia*, *etc.*, et les cépages qu'ils ont ainsi obtenus ne leur ont fourni que des vins sans valeur. Le black rot est l'un des plus grands obstacles aux progrès de la viticulture aux États-Unis.

Le black rot a été observé pour la première fois en France, en août 1885 par MM. Viala et Ravaz aux environs de Ganges (Hérault). En 1887, il fut signalé dans divers départements. Il existe, actuellement, dans la presque totalité du vignoble français. C'est dans les départements du Gers, des Landes, de Lot-et-Garonne, de la Gironde, de la Haute-Garonne, de l'Aveyron, du Lot, du Tarn, que son intensité s'est montrée particulièrement considérable.

Le black rot est dû au parasitisme d'un Champignon appartenant à l'ordre des Ascomycètes, sous-ordre des Pyrénomycètes, famille des Sphériales, tribu des Mycosphérellacées, qui a reçu successivement diverses appellations. Le Dr Bidwell trouva le premier les périthèces dans le Vineland en mai 1880. Il fit part de sa découverte à Ellis qui donna au parasite le nom de *Sphaeria Bidwellii* (1) bientôt changé en 1882 par M. Saccardo en celui de *Physalospora Bidwellii* (2). Le genre *Physalo spora* étant caractérisé par l'association de paraphyses aux asques dans les périthèces, et les périthèces du champignon du black rot étant dépourvus de paraphyses, MM. Viala et Ravaz séparèrent avec raison ce dernier du genre *Physalospora* et le rattachèrent au genre *Laestadia* d'Auerswald sous le nom de *Laestadia Bidwellii* (3). Or le nom de *Laestadia* attribué seulement en 1869 à un genre de Champignons par Auerswald avait été donné dès 1832 à un genre de Composées par Kunth. Pour éviter une confusion et par raison de priorité le nom de *Laestadia* devait être réservé aux Composées ainsi nommées par Kunth. MM. Viala et Ravaz, dont l'attention avait été appelée sur cette cause d'erreur, attribuèrent alors au parasite du black rot le nom de *Guignardia Bidwellii* (4). Mais le Dr Otto Kuntze avait constaté précédemment ce double emploi et changé le nom de *Laestadia Bidwellii* en celui de *Karlia Bidwellii* (1). D'après la loi de priorité ce dernier nom devrait seul subsister. C'est en particulier l'opinion de M. Magnus (2). Après un examen attentif de la question, il m'a paru comme à M. Lindau (3), que la conservation du nom de *Karlia* présentait des inconvénients d'une certaine gravité. Le *Karlia Oxalidis*, pour lequel le genre *Karlia* a été créé par Rabenhorst, appartient en réalité au genre *Stigmatea* de Fries; d'autre part M. Bonorden a réuni sous le nom de *Karlia* des espèces de *Guignardia* et de *Stigmatea*. On voit donc que le maintien du nom de *Karlia* pourrait prêter à des erreurs. Il semble dès lors avantageux de désigner le champignon du black rot sous le nom de *Guignardia Bidwellii* (Ellis) Viala et Ravaz.

---

(1) Ellis : Bulletin of the Torrey Botanical Club, August 1880, vol. VII, p. 90.

(2) Saccardo : *Sylloge fungorum*, vol. I, p. 441.

(3) Viala et Ravaz : *Note sur le Black rot* (Progrès agricole de Montpellier, 1888, p. 492).

(4) Viala et Ravaz : *Sur la dénomination botanique du Black rot* (Bulletin de la Société mycologique de France, 1892, p. 63).

Les périthèces ne sont pas formés directement par le mycelium. Ils prennent naissance dans des sclérotes qui se développent en très grand nombre à la surface des grains de raisins black rotés et qui représentent les organes de conservation du parasite pendant l'hiver (4).

L'évolution des périthèces peut commencer de bonne heure lorsque les hivers sont doux : en 1897, j'ai trouvé des asques mûres dès le mois de novembre ; en 1897, dès le mois d'octobre. Elle peut d'ailleurs se poursuivre longtemps : au mois de juillet 1897, il m'a été possible de trouver encore quelques périthèces pourvus d'asques sur des raisins black rotés de l'année précédente. Cette lenteur dans l'évolution générale des périthèces tient d'abord à ce que les sclérotes ne mûrissent pas en même temps, ensuite à ce que le développement des asques dans les périthèces n'est pas simultané, mais successif. De novembre 1896 à mai 1897 j'ai trouvé fréquemment le même jour et assez souvent sur le même grain de raisin, des sclérotes non modifiés, des sclérotes plus ou moins complètement transformés en périthèces et des périthèces vides. D'autre part, dans un même périthèce on peut rencontrer à côté d'asques encore très jeunes, des asques mûres ou même déjà vidées de leurs spores.

---

(1) Otto Kuntze : *Revisio generum plantarum*, Pars II, p. 876.

(2) P. Magnus : *Sur la dénomination botanique des espèces du genre Laestadia* (Bulletin de la Société mycologique de France 1893, p. 174).

(3) Engler et Prantl : Pflanzenfamilien Teill, Abteilung 1, p. 422, en note.

(4) P. Viala : *Une mission viticole en Amérique*, p. 242. — A. Prunet : Comptes rendus, 23 mars 1896 et 1er février 1897.

Au fur et à mesure de leur màturation, les asques projettent leurs spores à l'extérieur par l'orifice du périthèce.

Les ascospores renferment un protoplasma finement granuleux et possèdent une membrane mince et incolore. Elles sont bientôt détruites quand elles ne germent pas. L'évolution précoce des périthèces semble donc à première vue très défavorable au parasite. Il ne semble pas qu'il en soit ainsi. Des observations que j'ai poursuivies d'avril à septembre 1897, il résulte, en effet, que les ascospores sont susceptibles de former à l'extrémité d'un court tube germinatif une spore secondaire le plus souvent unicellulaire quelquefois bi ou multicellulaire, à protoplasma homogène à membrane brune plus épaisse, présentant enfin tous les caractères d'une spore de conservation.

La formation de ces spores secondaires brunes atténue sans doute dans une assez large mesure les conséquences qui peuvent résulter pour le champignon du black rot d'une évolution hâtive des périthèces. Pendant l'année 1897, en effet, le black rot a sévi avec une extrême intensité et cependant, comme on l'a vu plus haut, l'évolution des périthèces avait débuté en novembre 1896.

En dehors des périthèces, les sclérotes peuvent donner naissance à des pycnides et à des spermogonies (1) et en outre à des conidiophores (2). De tous ces appareils fructifères, les périthèces sont de beaucoup les plus nombreux. Viennent ensuite les pycnides. Les spermogonies ne se forment qu'en petit nombre et leurs spores n'ont pas paru jusqu'ici susceptibles de germer. Les conidiophores, d'après les auteurs mêmes qui les ont signalés n'apparaissent que dans des conditions tout à fait exceptionnelles.

L'invasion de la Vigne par le parasite au printemps est donc due essentiellement aux spores fournies par les périthèces et les pycnides issues de sclérotes. MM. Viala et Ravaz admettent en outre que des pycnides formées pendant la saison précédente peuvent conserver leurs spores intactes pendant tout l'hiver et fournir ainsi des spores d'invasion. Par leur nombre, et la propriété qu'elles possèdent de donner naissance à des spores secondaires

(1) A. Prunet : *Loc. cit.*

(2) Viala et Ravaz : *Nouvelles espèces de Phoma* (Bulletin de la Société Botanique de France (1886).

très résistantes, les ascospores doivent jouer dans l'invasion de la vigne le principal rôle.

Pendant toute la belle saison, le parasite forme en grand nombre à la surface des organes black rotés des pycnides mélangées à une faible proportion de spermogonies. D'après M. Viala, le parasite pourrait aussi former dans certaines conditions des conidiophores (1). Quoi qu'il en soit, les spores de propagation sont essentiellement fournies par les pycnides.

La mise en liberté des spores formées dans les pycnides se fait suivant le processus habituel. Lorsque les spores détachées des basides sont libres dans la cavité de la pycnide, les couches les plus internes de la paroi pycnidienne se gélifient et le mucilage plus ou moins oléagineux qui en résulte englobe les spores dans sa masse. Il goufle de plus en plus en absorbant de l'eau et bientôt sort de la pycnide en entraînant les spores. La masse formée par les spores et le mucilage devient dure et cassante par la sécheresse. L'eau de pluie ou de rosée dissout peu à peu la matière agglutinante et les spores peuvent alors être disséminées par le vent.

Si les circonstances atmosphériques ne sont pas favorables cette dissémination est lente et difficile. On s'explique par là que le black rot qui existe en France depuis 1885, se soit propagé si lentement et qu'il ne sévisse avec intensité que dans ses premiers foyers et dans le voisinage. On s'explique par là aussi les inégalités que peut présenter son intensité non seulement dans les différentes régions d'une même commune, mais encore dans les diverses parties d'un même vignoble.

Ces inégalités sont surtout marquées dans les foyers récents ou dans les foyers anciens qui, pour des raisons encore difficiles à préciser, sont dans leur ensemble faiblement atteints. Là on peut constater que des carrés de vigne voisins sont les uns restés presque indemnes tandis que les autres ont perdu plus ou moins complètement leur récolte. On peut même observer de telles différences entre les divers points d'un même carré de vigne.

Ce sont là des faits qu'il ne faut pas perdre de vue lorsqu'on se propose de faire des recherches en vue du traitement du black rot.

Le *Guignardia Bidwellii* peut s'attaquer à tous les organes verts de la vigne. Il n'envahit pas la totalité de ces organes mais y produit des lésions limitées de dimensions variables dont chacune paraît résulter de l'infection par une spore spéciale. Ces lésions présentent des caractères qui varient avec la nature des organes atteints (1).

---

(1) P. Viala : *Sur le développement du Black rot* (Comptes-rendus, 23 novembre 1896).

Feuilles. — Sur les feuilles, les lésions apparaissent d'abord sous l'aspect de taches d'un vert plus clair que le reste de la feuille ; ces taches prennent ensuite un aspect livide, puis une teinte brune d'abord pâle et passant ensuite au brun rouge, c'est-à-dire à la couleur feuille morte. Bientôt, se montrent à la surface des taches des pustules noires visibles à l'œil nu qui sont des pycnides et des spermogonies. Les taches des feuilles sont plus ou moins irrégulièrement arrondies et présentent un contour nettement délimité : leur diamètre varie entre 1^{mm} à 15^{mm}.

En dehors des taches de black rot, le limbe de la feuille est parfaitement vert et vivant à moins que les taches ne soient assez nombreuses pour s'étendre à la presque totalité de la surface du limbe. Sauf dans ce dernier cas, les feuilles restent en place et continuent à remplir leurs fonctions.

Rameaux, vrilles, pétioles des feuilles, pédoncules des grappes. — Les lésions se présentent sous l'apparence de taches brunes auxquelles peuvent correspondre des dépressions plus ou moins profondes et qui portent à leur surface comme les taches des feuilles, des pustules noires qui sont des pycnides et des spermogonies. Ces taches sont plus allongées que celle des feuilles, mais leurs dimensions moyennes sont à peu près les mêmes. Elles sont d'ordinaire superficielles et leur présence n'a le plus souvent aucune conséquence fâcheuse pour l'organe qui les porte. Dans certains cas, toutefois, les lésions sont assez profondes pour atteindre ou même dépasser la moelle ; les parties de l'organe envahi situées au-dessus de la lésion peuvent, dès lors, se flétrir et se dessécher.

Grains de raisin. — Les grains de raisin attaqués par le parasite présentent d'abord au point d'attaque une petite tache brun clair, comme livide, très régulièrement circulaire, de 1 à 2^{mm} de diamètre. Autour de cette tache le grain prend une teinte d'un brun rouge qui, très rapidement, envahit la totalité du grain. Ensuite, le grain se ride, se dessèche et prend une couleur d'un noir violacé. Sa surface est recouverte de pustules dont le plus petit nombre représente des pycnides et des spermogonies et le plus grand nombre des sclérotes.

---

(1) P. Viala : *Les maladies de la Vigne.*

On voit donc que le parasite forme uniquement des organes de propagation sur les parties végétatives de son hôte et surtout des organes de conservation sur les grains de raisin.

Les grappes ou les grains isolés attaqués par le black rot se détachent et tombent spontanément ou sont jetés à terre au moment de la taille de la vigne.

Les sclérotes qu'ils portent à leur surface fournissent les spores d'invasion qui, au printemps, permettent au parasite de s'élever du sol à la plante nourricière.

Le parasite du black rot doit chaque année envahir de nouveau son hôte.

I. — ÉVOLUTION ANNUELLE DU BLACK ROT

Lorsqu'on étudie la marche du black rot pendant une saison entière, on voit que les lésions caractéristiques de la maladie ne se succèdent pas d'une façon régulière sur les organes verts de la Vigne, mais apparaissent seulement par intervalles. Depuis le moment où la vigne commence à porter des feuilles adultes jusqu'à l'automne on voit ces lésions se former en grand nombre à certaines époques plus ou moins éloignées les unes des autres, chacune de ces formations en masse constituant ce que les viticulteurs appellent depuis longtemps une invasion (1).

M. le Ministre de l'Agriculture ayant bien voulu me confier une mission en vue de l'étude du black rot, j'ai passé la plus grande partie de l'année 1897 dans un foyer d'une extrême intensité, situé près de Nogaro (Gers); et j'ai pu étudier la marche et les caractères des invasions de black rot. Il m'a été possible en outre de suivre jour par jour l'évolution de la maladie et en préciser les diverses circonstances. C'est un travail qui n'avait pu être fait jusqu'ici.

---

(1) Ce terme est évidemment impropre, puisqu'il s'applique non à l'époque où le parasite envahit réellement son hôte, mais à un état qui correspond à la période ultime du développement du parasite. Il a pour lui d'être consacré par l'usage et d'avoir une signification familière aux viticulteurs.

Mes observations ont été faites, et ceci est essentiel, sur des Vignes qui n'ont reçu aucune espèce de traitement, non seulement contre le black rot, mais encore contre tout autre maladie. On comprend que c'est seulement dans de telles conditions que l'évolution du black rot peut être considérée comme normale. Ces Vignes, comme presque toutes celles de l'Armagnac, étaient constituées par un cépage unique, la Folle blanche. Ainsi se trouvaient éliminées les perturbations dues à l'influence propre des cépages. D'ailleurs j'ai pu visiter aussi, au cours de la saison, des Vignes constituées par des cépages divers et je n'y ai fait aucune observation qui ne vînt confirmer celles que fournissaient les Vignes de Folle blanche.

En 1897, le printemps et l'été, constamment humides en Armagnac, ont présenté des conditions toujours favorables au parasite. L'évolution du black rot pendant la saison dernière peut donc sans doute être considérée comme typique.

Dans mes vignes d'expérience, j'ai observé des invasions aux dates suivantes : 3 mai, 18 mai, 7 juin, 6 juillet, 25 juillet, 18 août, 9 septembre, 12 octobre. Ces dates correspondent aux débuts des invasions ; ce sont les seules que l'on puisse établir avec quelque précision ; celles de la fin ou de la période aiguë des invasions sont beaucoup plus incertaines.

Invasion du 3 mai. — Très peu intense et intéressant presque uniquement les feuilles ; à grand peine j'ai pu découvrir une vrille et deux jeunes sarments portant chacun une tache. Les feuilles tachées sont peu nombreuses sur les souches atteintes, et les souches atteintes sont en faible proportion.

Le 5 mai, sur 50 pousses contaminées prises au hasard :

40 ont 1 feuille tachée, soit 80 °/o ;
8 ont 2 feuilles tachées, soit 16 °/o ;
2 ont 3 — — — 4 °/o.

Sur les 62 feuilles tachées portées par ces pousses :

48	portent	une seule	tache,	soit	77,4 °/o ;
10	—	2	taches,	—	16,1 °/o ,
2	—	3	—	—	6,5 °/o :
1	—	4	—	—	
1	—	6	—	—	

Les pousses normales nées à l'extrémité des bras de la souche sont moins atteintes que les pousses issues de rejets de l'année précédente, oubliés au moment de la taille et qui sont plus ou moins étalés à la surface du sol. Ces dernières portent presque toujours des feuilles tachées.

Le 5 mai, sur 55 pousses issues de rejets rampants :

17	avaient	1	feuille	tachée,	soit	30 °/o
21	—	2	feuilles	tachées,	soit	38 °/o
13	—	3	—	—	—	23,5 °/o
4	—	4	—	—	—	8,5 °/o

Parmi les 114 feuilles tachées portées par ces pousses :

48	feuilles ont	une	tache,	soit	42 °/o
29	—	2	—	—	25 °/o
13	—	3	—	—	11 °/o
9	—	4	—	—	8 °/o
15	—	plus de 4 taches			14 °/o

Sur certaines feuilles, le nombre des taches atteint 20 ou 25.

L'influence du voisinage du sol sur l'intensité de la maladie ressort nettement de la comparaison des deux tableaux ci-dessus aux deux tableaux précédents.

On se rappelle que le sol est le grand réservoir des spores d'invasion du *Guignardia Bidwellii* et que chaque année le parasite doit de nouveau au printemps, monter du sol à sa plante nourricière.

Le 5 mai, le nombre total des feuilles épanouies varie sur les pousses normales entre 6 et 10 sur lesquelles de 1 à 5 ont leur taille définitive.

Les sarments qui présentent plusieurs feuilles tachées sont les plus vigoureux, les plus avancés, ceux qui portent le plus grand nombre de feuilles de dimensions adultes.

Au point de vue du rang qu'elles occupent sur leurs sarments respectifs, les 62 feuilles tachées appartenant aux 50 pousses normales, dont il a été précédemment parlé, peuvent se grouper ainsi qu'il suit :

3	occupent le	1er	rang,	soit	4,8 °/o
13	—	2e	—	—	21 °/o
36	—	3e	—	—	58 °/o
8	—	4e	—	—	13 °/o
2	—	5e	—	—	3,2 °/o

On voit que la plupart des feuilles atteintes occupent une position intermédiaire sur les sarments : ce ne sont ni les plus jeunes, ni les plus âgées.

Les feuilles qui n'ont pas encore la taille adulte ne sont pas tachées. Les taches sont localisées sur les feuilles qui viennent à peine d'atteindre leurs dimensions définitives.

On peut faire des constatations analogues sur les feuilles portées par les pousses issues des rejets étalés à la surface du sol. Toutefois ici les pousses sont de développement très inégal, beaucoup n'ont qu'une seule feuille de dimensions définitives, tandis que d'autres en ont 4 ou 5, il en résulte que les feuilles les plus basses peuvent être aussi souvent tachées que les feuilles intermédiaires.

Sur les 114 taches de cette catégorie,

26 occupent le 1er rang, soit 23 %
37 — 2e — — 32 %
29 — 3e — — 26 %
17 — 4e — — 15 %
5 — 5e — — 4 %

Quel que soit le rang qu'elles occupent, les feuilles tachées sont comme précédemment les plus jeunes parmi les adultes.

Du 5 mai au 15 mai, j'ai vu se former deci delà quelques taches nouvelles, ainsi le 8, le 10, le 12, le 15. Ces taches se montraient surtout sur des sarments non encore tachés, moins avancés dans leur développement que les premiers atteints.

Le 17 mai, 58 pousses normales prises au hasard sont encore examinées.

53 ont une feuille tachée, soit 91,3 %
4 — 2 feuilles tachées, }
1 — 3 — — } — 8,7 %

Sur les 64 feuilles tachées qu'elles portent :

58 ont une seule tache, soit 90,6 %
3 — 2 taches, }
2 — 3 — } — 9,4 %
1 à 4 — }

L'intensité de la maladie ne s'est pas aggravée depuis le 5 mai.

Invasion du 18 mai. — Dans la matinée du 18 mai, quelques taches toutes récentes sur les feuilles des vignes non traitées servant de témoins. Dans l'après-midi les taches nouvelles deviennent très nombreuses on les voit pour ainsi dire se former sous les yeux.

Le 19 au matin, sur 50 pousses examinées :

22 ont une feuille tachée, soit 44 °/o
18 — 2 feuilles tachées, — 36 °/o
9 — 3 — — — 18 °/o
2 — 4 — — — 2 °/o

Les 93 feuilles tachées appartenant à ces pousses ont un nombre total de 288 taches. La moyenne du nombre des taches par feuille est donc de 3,2.

Le 20 au matin sur 50 pousses :

6 ont une feuille tachée, soit 12 °/o
15 — 2 feuilles tachées, — 30 °/o
18 — 3 — — — 36 °/o
8 — 4 — — — 16 °/o
3 — 5 — — — 6 °/o

Le nombre total de feuilles tachées portées par ces pousses est de 137, le nombre total des taches est de 905, soit une moyenne de 6,6 taches par feuille.

Le 21 au matin, sur 50 pousses :

3 ont 2 feuilles tachées, soit 6 °/o
20 — 3 — — — 40 °/o
15 — 4 — — — 30 °/o
9 — 5 — — — 18 °/o

Ces pousses ont 172 feuilles tachées portant ensemble 1807 taches, soit une moyenne de 10,5 par feuille.

Le 23 au matin, sur 50 pousses :

10 ont 3 feuilles tachées, soit 20 °/o
21 — 4 — — — 42 °/o
17 — 5 — — — 34 °/o
2 — 6 — — — 4 °/o

Ces pousses ont 211 feuilles tachées portant ensemble 2004 taches, soit en moyenne 9,5 taches par feuille.

Le 24 et le 25, encore quelques taches nouvelles.

Le 26 mai, l'invasion paraît terminée, le soir de ce jour, 50 pousses étaient encore examinées :

2 avaient 3 feuilles tachées, soit 6 °/o
17 — 4 — — 34 °/o
22 — 5 — — 44 °/o
9 — 6 — — 18 °/o

Elles portaient 238 feuilles tachées ayant ensemble 2139 taches, soit une moyenne de 9 taches par feuille.

Il résulte de ce qui précède que la formation des taches a été surtout active le 2e et le 3e jour de l'invasion, le maximum correspondant au 3e jour. Les 5/6 des taches se sont formées dans les 3 premiers jours. La formation des taches nouvelles, quoique beaucoup ralentie après le 3e jour, n'a complètement cessé que le 8e jour.

La moyenne générale du nombre des taches par feuille a augmenté rapidement du 1er au 3e jour, et a décru ensuite un peu jusqu'au 8e jour.

Pour s'expliquer cette décroissance, il est nécessaire d'examiner comparativement le rang des feuilles tachées et la répartition des taches sur l'ensemble des feuilles tachées.

Les 93 feuilles tachées des 50 pousses examinées le 19 mai se groupaient comme suit au point de vue du rang qu'elles occupaient à partir de la base des pousses :

1 occupait le 2e rang.
5 occupaient le 3e —
23 — 4e —
32 — 5e —
17 — 6e —
12 — 7e —
2 — 8e —

Les 238 feuilles tachées de 50 pousses du 26 mai se groupaient de la façon suivante :

1 occupait le 2e rang.
11 occupaient le 3e —
35 — 4e —
47 — 5e —
49 — 6e —
43 — 7e —
40 — 8e —
12 — 9e —

Si l'on compare ces deux tableaux, on voit qu'au début de l'invasion les 2/3 des taches environ étaient portées par des feuilles dont le rang ne dépassait pas la 5e, tandis qu'à la fin, au contraire, les 2/3 des feuilles tachées occupent un rang supérieur au 5e.

Or, les feuilles de rang élevé présentent moins de taches que les feuilles inférieures, la moyenne générale du nombre des taches par feuille devait par suite s'abaisser à mesure que la proportion des feuilles supérieures atteintes devenait plus considérable.

Le tableau suivant permet de constater cette décroissance du nombre moyen des taches par feuille qui s'observe à la fin de l'invasion, des feuilles moyennes aux feuilles supérieures. Ce tableau représente le nombre moyen des taches par feuille sur les pousses examinées le 26 mai :

Feuilles de	2e	rang	4,1
—	3e	—	11,23
—	4e	—	12,52
—	5e	—	14,7
—	6e	—	13,6
—	7e	—	8,43
—	8e	—	5,29
—	9e	—	2,14

Ce tableau montre en outre que les feuilles qui ont présenté le maximum de taches sont la 5e et la 6e, c'est-à-dire des feuilles de position intermédiaire. Le tableau précédent montre que ce sont ces mêmes feuilles qui ont présenté le plus souvent des taches de black rot.

Sur les Vignes non traitées, je n'ai pu trouver un seul sarment qui eût été épargné par l'invasion du 18 mai et qui ne portât un certain nombre de feuilles tachées.

Les feuilles atteintes par l'invasion du 3 mai sont complètement épargnées par l'invasion du 18 mai.

Sur les sarments frappés par les deux invasions du 3 et du 18 mai, la série des feuilles tachées pendant l'invasion du 18 mai fait immédiatement suite le long du sarment à la feuille ou aux feuilles tachées pendant l'invasion du 3 mai ou en est séparée par une ou deux feuilles restées indemnes.

Pendant la deuxième invasion comme pendant la première, les feuilles atteintes ont été uniquement les plus jeunes parmi celles qui venaient d'avoir leur taille définitive ou celles qui avaient presque cette taille.

(A suivre).

LA VÉGÉTATION FORESTIÈRE

PENDANT L'ANNÉE 1893

(Nouvelles Observations)

par **M. Edmond HENRY**

Depuis l'année 1895 où j'ai publié dans ce Recueil (1) mes premières remarques relatives à l'influence de la désastreuse sécheresse de 1893 sur la végétation forestière en Lorraine, j'ai eu l'occasion de faire à ce sujet, sur d'autres sols et dans d'autres régions, de nouvelles observations dont je vais exposer succinctement les résultats. Si cette question paraît aujourd'hui dépourvue d'actualité pour les agriculteurs qui ne gardent plus que dans leur mémoire ou leurs inventaires la trace des pertes subies, il n'en est pas de même pour les propriétaires de forêts qui ont eu aussi grandement à souffrir, comme je l'ai montré, et qui n'ont pas encore, en général, effectué la récolte de 1893.

Qu'est en effet la récolte pour le propriétaire de bois ? C'est le volume du manteau ligneux qui se forme chaque année autour de tous les axes, augmenté du volume des pousses de l'année. On peut donc distinguer, dans cet accroissement total, l'accroissement en hauteur et l'accroissement en diamètre. Le premier qui résulte de l'allongement du bourgeon terminal est, en général, rapide et facile à mesurer dans la jeunesse ; mais une fois que l'arbre a acquis à peu près sa taille, que sa cime s'est développée et a constitué de grosses branches qui doivent durer jusqu'à l'exploitation, quand l'arbre est *fait*, comme on dit, l'accroissement en hauteur et même l'accroissement dû au volume des pousses de l'année devient moins important et difficile, sinon impossible, à mesurer ; celui de la cime même n'a qu'un intérêt secondaire. Toute l'attention du sylviculteur se concentre alors sur l'accroissement en diamètre du fût qui est la partie de beaucoup la plus précieuse de l'arbre. Chaque année le diamètre de ce fût s'accroît de l'épaisseur de l'anneau ligneux qui vient de se former. Plus cet anneau sera large, plus vite l'arbre arrivera aux dimensions convenables pour l'exploitation, plus vite aussi le propriétaire pourra réaliser sa récolte.

---

(1) Voir *Revue générale de Botanique*, T. VII, 1895, p. 49.

L'accroissement annuel total d'une plante ligneuse saine, intacte, c'est-à-dire non attaquée par les insectes ou les champignons, dépend d'un certain nombre de facteurs qui sont :

1° *L'espèce.* Chacun sait que, toutes conditions égales d'ailleurs, certaines espèces croissent plus vite que les autres ; d'où la division des plantes ligneuses en sous-arbrisseaux, arbrisseaux et arbres. En ce qui concerne les espèces forestières vivant en massif, on a exprimé l'idée que la production en volume sur une surface donnée variait, il est vrai, avec l'espèce mais que la production en matière, en poids, était sensiblement la même, les essences à végétation rapide ayant d'ordinaire un bois plus léger que les arbres appelés *bois durs* en langage forestier et qui ont une croissance généralement lente. Ce n'est pas exact. Dans une même station, rapporte Hartig (1), un peuplement d'épicéa de 60 ans comparé à un peuplement de hêtre de même âge a produit 2,78 fois plus de bois en volume et 1,80 fois plus en substance sèche ;

2° *L'origine de l'individu.* Ainsi l'on a démontré par l'expérience que les plants provenant de gros glands croissaient plus vite que ceux qui étaient issus de petits. La graine d'épicéa de Norvège, qui est remarquablement petite, semée en Allemagne à côté de graines de ce pays, donne des plants qui ont, du moins dans les premières années, une mauvaise végétation (2) ;

3° *Le sol.* Il est par trop évident que les qualités physiques et chimiques du sol exercent la plus grande influence sur l'accroissement ;

4° *Le peuplement environnant.* Suivant sa taille, sa densité, son enracinement, il gênera plus ou moins l'arbre considéré ;

5° *La fructification.* Hartig a montré (3) que les hêtres chargés de faines ont un accroissement de moitié plus mince que les hêtres voisins qui n'ont pas fructifié. J'ai vérifié ce fait plusieurs fois;

---

(1) *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, par Dr Robert Hartig. Berlin, 1891.

(2) V. Hartig, *loc. cit.*, p. 26.

(3) *Das Holz der Rothbuche.* Berlin, 1888.

6° *L'âge.* L'accroissement annuel total augmente jusqu'à un âge très avancé, quelquefois jusqu'à 250 à 300 ans sur des épicéas, sapins, chênes isolés ;

7° Enfin, *les circonstances climatériques.* L'intensité, la durée, la distribution de la chaleur, l'humidité de l'air, sa pureté, l'abondance et la répartition des eaux météoriques sous forme de pluie ou de neige, l'époque et l'intensité des gelées, etc., influent aussi de la façon la plus nette sur la végétation.

Si donc on examine un grand nombre d'arbres sains de même espèce, de même âge et de même origine, ayant crû sur le même sol et dans les mêmes conditions de voisinage et de fructification, les différences que l'on pourra constater dans l'accroissement d'une année à l'autre, ne devront être attribuées qu'aux circonstances climatériques.

Les différences d'accroissement en hauteur sont, nous venons de le dire, difficiles à mesurer et du reste insignifiantes sur les arbres faits. Il n'en est pas de même pour l'accroissement diamétral beaucoup plus important. Celui-ci se prête à une détermination exacte, grâce à la distinction généralement facile des couches ligneuses annuelles chez nos arbres indigènes. Leur épaisseur peut être mesurée à 1/10 de millimètre près, à l'aide d'un pied à coulisse divisé en millimètres et muni d'un vernier donnant le dixième de millimètre. Les chiffres suivants se rapportent tous (comme ceux de mes précédentes mensurations) à des épaisseurs d'anneaux ligneux mesurées suivant un même rayon sur une section transversale de la tige faite à $1^m,30$ au-dessus du sol ; c'est la section dite *à hauteur d'homme,* en langage forestier.

De cette donnée unique, on ne peut évidemment déduire le quantum de l'accroissement diamétral de l'arbre, puisque l'épaisseur aussi bien que la surface annulaire d'une couche ligneuse annuelle varient aux diverses hauteurs du fût ; aussi n'est-ce pas notre but (1) ; nous voulons seulement constater des rapports et pour cela une seule mensuration suffit : le point essentiel est de la répéter sur un grand nombre d'arbres pour avoir une moyenne qui se rapproche autant que possible de la réalité.

---

(1) La mesure des accroissements annuels et moyens des arbres, la recherche des lois de l'accroissement en hauteur et en volume soit des arbres, soit des peuplements constituent une partie importante de la science forestière. On trouvera un excellent résumé de l'état actuel de nos connaissances sur ces divers points dans le récent ouvrage de M. Huffel, chargé de cours à l'École nationale forestière : *Les arbres et les peuplements forestiers. Formation de leur volume et de leur valeur.* Berger-Levrault et Cie, 1893.

Si l'on examine sur une section transversale, prise près du sol, les couches ligneuses d'un arbre ayant crû toujours dans les mêmes conditions, on voit, au centre, des couches minces auxquelles succèdent des anneaux plus larges atteignant bientôt un maximum à partir duquel ils vont en s'amincissant progressivement jusqu'à la périphérie. Comme l'arbre grossit chaque année, il est évident que cette diminution dans l'épaisseur des couches n'est pas incompatible avec une augmentation d'accroissement de la surface de section (accroissement circulaire). Pour fixer les idées, supposons que l'arbre s'accroisse chaque année d'un volume égal, représenté par un cylindre de 0m,10 de rayon, volume de la tige au bout de la 1re année. A la 10e année, l'épaisseur de l'anneau ligneux équivalent à ce volume sera de. 0m,0162

A la 20e année, elle sera de.	0m,0114
— 30e —	0m,0092
— 40e —	0m,0080
— 50e —	0m,0071
— 60e —	0m,0064 (1).

On voit que, même pour les anneaux très larges (7 millimètres), la diminution normale d'épaisseur tenant à l'étalement d'un même volume sur un cylindre de diamètre croissant est de moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre par an.

Si, au lieu de cette diminution extrêmement lente, on constate sur des brins de semence (2) de même âge ayant leurs cimes isolées au-dessus d'un taillis où l'on n'a fait depuis 20 ou 30 ans aucune opération culturale, des variations brusques et générales, il est impossible de ne pas admettre qu'elles soient dues aux circonstances climatériques. Ainsi la diminution considérable d'épaisseur de l'anneau ligneux de 1893, diminution que j'ai constatée. dans mes premières recherches sur tous les arbres (feuillus ou résineux) des forêts de la plaine lorraine ne peut être attribuée qu'à l'extrême sécheresse de cette année, où pendant 50 jours (du 20 mars au 10 mai) il n'est pas tombé une goutte d'eau.

---

(1) Je dois ces chiffres à l'obligeance de M. Petitcollot, professeur à l'École nationale forestière.

(2) En langage forestier on appelle *brin de semence* ou seulement *brin* l'arbre qui provient directement d'une semence.

Voici, du reste, les conclusions que je me suis cru autorisé à formuler en 1894 :

1° La sécheresse extraordinaire de 1893 a influé, d'une manière évidente, en Lorraine, sur la végétation de tous les arbres (feuillus ou résineux) des forêts de plaine aussi bien que sur la plupart des cultures agricoles ;

2° La production ligneuse de cette année a été, par ce fait, réduite à un chiffre variant entre 30 p. 100 et 76 p. 100 du rendement d'une année normale ;

3° Cette baisse de production dépend essentiellement de l'enracinement de l'espèce considérée, fort peu de la nature du sol ;

4° Enfin, en Lorraine du moins, les pluies qui surviennent pendant la saison de végétation ont, toutes choses égales d'ailleurs, plus d'influence sur la végétation forestière que les pluies hivernales.

Je n'avais pu observer en 1894 que des arbres végétant sur des sols calcaires (oolithe inférieure, corallien) ou argileux (lias). Les sols siliceux examinés (grès infraliasique de la forêt d'Hymont, près Mirecourt) à grains très fins, fortement mélangés d'argile, se rapprochaient tellement, par leurs propriétés physiques, des sols argileux du lias, qu'ils ne pouvaient servir comme type de sols siliceux. Il était intéressant de savoir comment s'était comportée la végétation forestière dans cette catégorie de sols, si bien pourvus de forêts et si différents des sols calcaires ou argileux par leur teneur en eau et surtout par le rôle capital qu'y joue l'eau à l'état capillaire.

Cette fois je me suis adressé aux sols siliceux bien nets de l'important étage vosgien, lequel est presque entièrement constitué par des grès siliceux, soit à gros grains avec ciment argilo-ferrugineux rare (grès vosgien), soit à petits grains avec paillettes de mica et ciment argileux abondant (grès bigarré). Cet étage affleure à des altitudes variant entre 300 mètres et 1,000 mètres et porte dans les parties basses (collines sous-vosgiennes) des forêts feuillues de chêne et de hêtre, dans les parties élevées (chaîne des Basses-Vosges) des forêts de sapin, épicéa et hêtre. J'ai fait quelques observations sur la végétation de ces forêts siliceuses soit de colline, soit de montagne et je vais en donner les résultats.

Pour constater l'influence de la sécheresse sur les sols siliceux et pouvoir la comparer à son action sur les sols calcaires, il fallait trouver côte à côte des taillis sous futaie de chêne et hêtre en sol calcaire bien net, comme l'est celui de la forêt de Haye, par exemple, et d'autres en sol siliceux franc. Ces conditions se trouvent réunies sur certains points des environs de Héricourt (Haute-Saône) où les bois des communes de Byans, Trémoins, Verlans situés sur les calcaires oolithiques, avoisinent d'autres (Champey) situés sur le grès bigarré (1). Grâce à l'extrême obligeance de M. Seyrig, garde général des forêts à Héricourt, auquel j'adresse ici mes bien sincères remerciements, j'ai eu en ma possession une dizaine de spécimens de chacune des deux essences, hêtre et chêne, sur chaque sol. Ces spécimens pris à 1^{m},30 au-dessus du sol, dans les forêts sus-nommées, sur des *modernes* (2) hêtre et chêne, consistaient en de petits cylindres de bois extraits de l'arbre suivant le rayon à l'aide de la sonde de Pressler. Ces arbres croissaient à une altitude variant entre 400 et 450 mètres dans des coupes âgées de 25 à 30 ans où, pendant ce laps de temps, il ne s'est fait aucune opération culturale. Voici les résultats relatifs aux anneaux ligneux des 4 ou 5 dernières années :

	SOL	1894	1893	1892	1891	1890
9 hêtres	Siliceux	23^{mm}.5	13^{mm}.5	19^{mm},9	25^{mm},3	26^{mm},5
8 chênes	Siliceux	10^{mm},4	8^{mm},4	10^{mm},9	12^{mm},1	»
10 hêtres	Calcaire	21^{mm},5	8^{mm},7	16^{mm},9	34^{mm},2	31^{mm},9
6 chênes	Calcaire	6^{mm},0	4^{mm}.4	5^{mm},7	7^{mm}.4	7^{mm},8

Ce tableau comprend, comme ceux de mes premières recherches, tous les arbres examinés. Seulement parmi les chênes envoyés, 1 en sol siliceux et 3 en sol calcaire avaient des anneaux trop minces pour pouvoir être mesurés. On voit, du reste, au premier coup d'œil, que, dans cette partie de la Haute Saône, les chênes, soit en sol siliceux, soit en calcaire, ont une végétation beaucoup moins active que les hêtres dont le mesurage a toujours été possible.

---

(1) C'est à M. Jolyet, inspecteur adjoint des forêts attaché à l'École forestière, que je dois ce précieux renseignement.

(2) Les *modernes* sont les arbres de réserve qui, au moment de l'exploitation, ont deux révolutions.

Dans la forêt de Champey, située sur le grès bigarré, 9 modernes hêtres pris au hasard dans un taillis âgé de 30 ans se sont accrus, en totalité, sur le rayon, de 13^{mm},5 en 1893 et de 25^{mm},3 en 1891, qui représente à peu près, comme on le voit par les chiffres de 1894 et de 1890, une année normale.

L'accroissement en 1893 n'a donc été que la moitié (exactement les 53,35 p. 100) de celui de 1891 pris comme unité, tandis que pour les chênes il s'est élevé aux $\frac{70}{100}$ de celui de 1891. Le fléchissement a été sensiblement moindre que pour les hêtres et absolument le même que celui que j'ai constaté sur les chênes du bois communal de Rosières-aux-Salines, situé aussi en sol siliceux (alluvions quaternaires de la Meurthe). Là, 9 chênes ont donné un accroissement total, suivant le rayon, de 20^{mm},2 en 1893 ; 21^{mm},1 en 1892 et 28^{mm},6 en 1891. La production de 1893 égale les $\frac{70,6}{100}$ de celle de 1891.

Si l'on examine maintenant les forêts calcaires de la Haute-Saône situées dans le voisinage immédiat des forêts précédentes sur grès bigarré, on voit de suite qu'elles ont été bien plus éprouvées.

En 1893 l'accroissement des hêtres sur la section prise à 1^{m},30 au-dessus du sol n'est que le 1/4, exactement les 25,43 p. 100 de celui de 1891. La production a été plus réduite encore que dans nos forêts lorraines où elle a atteint 36.7 p. 100 de 1891 (forêt de Haye), 42.6 p. 100 (autres forêts de l'oolithe inférieure), 30.0 p. 100 (forêts du corallien).

Le rendement de ces forêts de la Haute-Saône est le plus faible que j'aie constaté jusqu'ici; ce fait confirme l'observation de M. Jolyet qui m'avait dit que la sécheresse avait été très intense sur ces points. *Là, les deux années 1892 et 1893 n'ont produit, sur la section de la tige à hauteur d'homme, que les 3/4 du bois fabriqué dans la seule année 1891 ou 1890 !*

Il en a été de même en Champagne, s'il faut en croire la végétation de deux châtaigniers du domaine de Champfêtu, au bord septentrional du plateau de la forêt d'Othe. Ces deux brins de 7 et 10 centimètres de diamètre se sont accrus, en somme, sur le rayon, de $5^{mm},5$ en 1894 ; $2^{mm},8$ en 1893 ; $1^{mm},9$ en 1892 et $6^{mm},6$ en 1891.

J'avais donc raison d'affirmer, dans ma première note (1), « que les circonstances climatériques des années 1892 et 1893 avaient eu la plus fâcheuse influence sur la végétation du hêtre dans les forêts lorraines en sol calcaire » puisque mes premiers résultats se confirment même pour les forêts de régions voisines de la Lorraine. Quant aux chênes des forêts calcaires de ce point de la Haute-Saône, leur production ligneuse en 1893, sur la surface de section à hauteur d'homme, a été les $\frac{6}{10}$, exactement les 59.45 p. 100 de celle de 1891.

En résumé, ces nouvelles constatations viennent corroborer, de tous points, les premières :

1° Le chêne, dont les racines pivotantes peuvent puiser l'eau des couches profondes, a moins souffert dans les sols calcaires et siliceux que le hêtre à enracinement superficiel. Son rendement s'était élevé dans les sols siliceux aux $\frac{70}{100}$, dans les sols calcaires aux $\frac{60}{100}$ de celui de 1891, tandis que la production du hêtre n'a été que les $\frac{53}{100}$ de celle de 1891 sur sol siliceux et s'est abaissée jusqu'aux $\frac{25}{100}$ pour les sols calcaires. Cette circonstance de l'enracinement (2) a beaucoup plus d'importance ici que la nature du sol, comme il ressort du tableau suivant où figurent des sols argileux, siliceux et calcaires. Si l'on compare les accroissements de 1893 sur la section prise à $1^{m},30$ au-dessus du sol à ceux de 1891 pris comme unité, on trouve les rapports suivants :

---

(1) Voir *Revue générale de botanique*, t. VII, p. 57, 1895.

(2) A laquelle s'ajoutent peut-être d'autres dont nous ne connaissons pas les relations avec l'état physique du sol.

	1893	1891
Chênes		
Sol calcaire de la Haute-Saône	59^{mm},4	100
Sol calcaire de la forêt de Haye	61^{mm},8	100
Sol siliceux de la Haute-Saône	70^{mm},0	100
Sol argileux du lias	71^{mm},2	100
Sol calcaire oolithique (Meurthe-et-Moselle)	73^{mm},5	100
Sol calcaire corallien	74^{mm},6	100
Sol siliceux (grès argileux de l'infralias)	76^{mm},5	100
Hêtres		
Sol calcaire de la Haute-Saône	25^{mm},4	100
Sol calcaire corallien	30^{mm},0	100
Sol calcaire de la forêt de Haye	36^{mm},7	100
Sol argileux du lias	41^{mm},0	100
Sol calcaire oolithique (Meurthe-et-Moselle)	42^{mm},6	100
Sol siliceux de la Haute-Saône	53^{mm},4	100

Ainsi, quelle que soit la nature du sol, le rendement du chêne en 1893 a oscillé entre 60 p. 100 et 76 p. 100 de celui de 1891, avec un écart de 16 unités seulement entre les chiffres extrêmes, tandis que celui du hêtre a fléchi au point de n'atteindre que du quart à la moitié de celui de 1891 avec un écart de 28 unités entre le minimum et le maximum. Le hêtre constitue donc un instrument bien plus sensible que le chêne pour la mesure de l'influence des faits climatériques en question et c'est lui qu'on devra choisir de préférence pour l'étude de cet ordre de phénomènes.

2° Que conclure de sa végétation sur les divers sols forestiers examinés, sinon qu'il a trouvé dans le sol profond du grès bigarré de la Haute-Saône (rendement maximum = 53.4 p. 100) l'eau qui lui a tant fait défaut sur les sols calcaires, superficiels et filtrants d'à côté (rendement minimum = 25.4 p. 100)? Ces forêts voisines, à même altitude, ont subi les mêmes influences atmosphériques ; dès lors, les différences dans la végétation d'arbres de même espèce, même âge, même origine, croissant dans les peuplements restés vierges depuis 25 ou 30 ans ne sont imputables qu'au sol. Le grès bigarré est resté bien plus humecté à la surface que le calcaire oolithique : l'eau, emmagasinée en grande quantité dans les couches profondes de ce sol poreux, a pu aisément remonter par capillarité j'usqu'aux racines des hêtres, pour fournir, sans la satisfaire, à leur énorme évaporation. On a caculé qu'un massif plein de hêtres renfermant, par hectare, de 400 à 600 tiges de 100 à 120 ans évaporait, dans la saison de végétation, de 3,500,000 à 5,400,000 kilogr. d'eau (1) ; par suite, le besoin en eau du massif serait satisfait par une lame d'eau de 50 centimètres en admettant que tout fût absorbé par les racines. Or, il n'est tombé à Nancy que 24 centimètres pendant la saison de la végétation au lieu de 40, chiffre moyen. Une bien faible partie de ces 24 centimètres de pluies d'été a pu pénétrer jusqu'aux racines qui ont dû se contenter de la réserve du sol, et il faudrait admettre que ce sol fût bien profond, amplement pourvu d'eau hivernale pouvant remonter toute par capillarité pour que les hêtres n'eussent pas eu à souffrir de la soif (2).

D'après quelques observations faites aussi sur des sols siliceux, mais à plus haute altitude que les précédents, le long de la crête des basses Vosges, du Schneeberg au Grand-Brocard, l'année 1893 a été, parmi les dix dernières, celle de moindre rendement pour le hêtre et le sapin. J'ai mesuré les accroissements de 20 sapins et de 13 hètres et j'ai trouvé que l'année 1893 avait fourni les $\frac{68}{100}$ de la production de 1891 pour le sapin et les $\frac{58}{100}$ seulement pour le hêtre, c'est-à-dire à peu près le même chiffre que sur le grès bigarré de la Haute-Saône $\left(\frac{53,4}{100}\right)$. Parmi ces sapins, 5 ont été pris au bord du lac de La Maix ; leur pied baignait dans l'eau ; néanmoins ils ont si mal végété que leur accroissement n'a été que les $\frac{57}{100}$ de celui qu'ils avaient pris en 1891 (3).

Si l'on interroge, non plus les sapins des crêtes, mais ceux des basses altitudes, ceux des environs de Raon-l'Étape, on obtient une réponse analogue : 28 sapins pris au hasard dans la forêt depuis le pied de la côte de la Roche-Saint-Blaise jusqu'au sommet, n'ont donné en 1893, que les $\frac{60,8}{100}$ de production de 1891.

---

(1) Voir les Recherches de Von Höhnel (Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchsweren Œsterreichs Bd. II, Heft I et III.

(2) Si l'on calcule, dit Ramann, le rapport entre l'eau fixée par le sol et la quantité des précipitations annuelles, on arrive à ce résultat que pour Eberswald, où il tombe 60 centimètres d'eau, une couche de sol sablonneux de 7 à 8 mètres d'épaisseur renferme autant d'eau qu'il en tombe annuellement.

(3) Le lac était bien rempli au moment de la prise des échantillons ; mais il a été presque à sec pendant la saison de végétation de 1893.

D'après ces chiffres $\left(\frac{68}{100}\right.$ dans le haut, $\frac{61}{100}$ dans le bas des Vosges gréseuses), on est en droit d'affirmer que, là aussi, la production ligneuse du sapin a été fortement diminuée par la sécheresse de 1893.

M. Mer, qui s'est occupé, après moi, de cette question, ayant constaté que, sur le granit, l'accroissement diamétral du sapin a été aussi entravé par la sécheresse (1), on peut affirmer que, à toutes les altitudes et sur tous les sols de la Lorraine, la sécheresse de 1893 a diminué dans une forte proportion, très variable d'ailleurs, la production ligneuse de toutes les essences forestières.

Ce ralentissement dans la végétation du sapin s'est encore fait sentir beaucoup plus au sud.

Au centre des montagnes du Jura, dans les forêts peuplées de sapin, épicéa et hêtre, des environs de Pontarlier (Doubs), à des altitudes variant de 870 à 950 mètres, j'ai constaté sur des échantillons que je dois à l'obligeance de Mr l'inspecteur des forêts Cardot, les accroissements suivants (voir le premier tableau, page 153) :

Dans ces hautes régions du Jura le sapin a beaucoup plus souffert que le hêtre en 1893 ; il n'a fourni que les $\frac{53,4}{100}$ de la production de 1891, tandis que le hêtre a fait un anneau (14,1) très voisin de la moyenne qui est 15,1 pour les 8 dernières années. La production du hêtre a été en 1893 les $\frac{88,7}{100}$ de celle de 1891 ;

---

(1) Les recherches de M. Mer n'ont malheureusement porté que sur un très petit nombre de sujets, 2 sapins et 1 épicéa de la forêt de Gérardmer, 2 sapins de la forêt de Remiremont et l'auteur reconnaît avec raison que ce sont là des données insuffisantes pour estimer la diminution de production ligneuse. Mes mensurations effectuées sur 560 arbres placés dans les conditions de station les plus diverses me permettent d'être plus affirmatif. En comparant l'accroissement en 1893 de ces 4 sapins sur le rayon de la section faite à un mètre au-dessus du sol à celui de 1891 pris comme unité, on a le rapport $\frac{73}{100}$ voisin de celui $\left(\frac{68}{100}\right)$ que j'ai trouvé pour les sapins des Vosges gréseuses.

	1897	1896	1895	1894	1893	1892	1891	1890
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
12 Épicéas et Sapins (Forêt de Pontarlier)	38,5	28.0	36.3	35,9	24,6	38,7	42,5	45,1
8 Épicéas et Sapins (Côte Courlet.	18,5	14,9	17,1	18,3	13,0	18,7	22,3	22,1
7 Épicéas et Sapins (Bois dessus occidental. . .	21.5	16,2	21.9	19,3	10,8	22,1	25,8	25.1
Somme des 27 Épicéas.	78.5	59,1	75,3	73,5	48,4	79,5	90,6	92,3
8 Hêtres (Bois de la Barillette).	5,7	8,6	4,5	11,8	9,0	12,2	10,2	11,1
4 » (Bois de Suans). .	5,7	6,9	5,0	5,6	5,1	5,6	5,7	8,1
Somme des 12 Hêtres.	11,4	15,5	9,5	17,4	14,1	17,8	15,9	19,2

LOCALITÉS	ESSENCES	96	95	94	93	92	91	90	89	88
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Grande-Chartreuse . .	7 Sapins (Couvent)	. . . .	. . . .	. . . .	18,5	20,0	19,3	21,3	25,7	20,6
Id. . .	4 » (Grand Som 1200-1400m)	8,9	11,6	10,5	11,8	10,1	10,4	11,8	12,1	10,3
Id. . .	4 Épicéas (Génieux 1200-1660m)	10,9	13,6	11,6	13;3	13,4	11,7	12,9	14,1	11,5
	Somme des 15 Sapins.	. . . .	. . . .	. . . .	43,6	43,5	41,4	49,0	51,9	42,4
Id. . .	9 Hêtres (Couvent).	. . . .	. . . .	. . .	15,4	12.3	5,4	12,7	12,3	8,5
Id. . .	4 Hêtres	7,9	8,5	10,8	9,7	8,6	7,5	8,0	9,5	8,8
	Somme des 13 Hêtres.	. . . .	. . . .	. . . .	25,1	20,9	12,9	20,7	21,8	15,3
Bois de la Chaup à Barcelonnette.	8 Pins sylvestres	. . . .	. . . .	. . . .	11,5	11,1	9,7	10,8	10,8	10,2
Près Sisteron.	9 Chênes et Fruitiers . . .	. . . .	. . . .	25,3	26,2	23,5	29,0	29,2		
Caussols (pr. Grasse).	3 Pins sylvestres	. . . .	. . . .	. . . .	11,7	8,2	10,1			

mais en 1897 et surtout en 1895 elle a fléchi dans une bien plus forte proportion, sous l'influence d'un autre élément climatérique dont il va être question.

Si nous allons plus au sud encore et que nous interrogions les sapins de la Grande Chartreuse, près de Grenoble, nous constatons qu'ils n'ont pas souffert en 1893, dont l'action néfaste sur la végétation forestière ne semble pas avoir dépassé vers le sud la chaîne du Jura, du moins pour l'Est de la France, comme le montrent les chiffres suivants relatifs à des arbres pris en divers points des Alpes (Massif de la Grande Chartreuse (Isère) (1), environs de Barcelonnette, et de Sisteron (Basses-Alpes), de Grasse (Alpes-Maritimes). (Voir le second tableau, page 153).

En ces divers points du massif des Alpes, l'année 1893, loin d'avoir été défavorable à la végétation forestière est, au contraire, à compter parmi les plus propices. Ici encore, comme dans le Jura, il n'y a pas un parallélisme constant entre la marche de la végétation des feuillus et des résineux : comme dans le Jura les hêtres de la Grande Chartreuse ont peu prospéré en 1895, qui a été une bonne année pour les sapins.

J'ai pu constater de même l'innocuité de l'année 1893, pour la végétation forestière dans deux départements à climat très-sec, le Gard et l'Hérault, grâce aux documents qui m'ont été très obligeamment fournis par M. Anterrieu-Vons, garde général des eaux et forêts à Bédarieux (Hérault). Voici les résultats de mes mesurages.

LOCALITÉS	ESSENCES	96	95	94	93	92	91	90	89	88
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Pont du Gard	8 Arbres divers.........	....	....	20.4	25 1	22,2	27,3	....	....	....
Périmètre de la Lergue (Bédarieux)	8 Hêtres (500-700m).....	15,6	17,6	16,0	17,5	12,6	10,9	10,7	17,5	17,2
	12 Chênes (200-700m).....	26,5	29,1	24,9	21,4	22,7	23,4	23,0	27,5	28,8
	8 Pins d'Alep (300m)	21,1	19,6	16.9	15,5	20,5	21,4	28,1	33,5	33,2

« Les spécimens, écrit M. Antérrieu-Vons, proviennent du périmètre de la Lergue : ils ont été pris dans des peuplements où aucune opération culturale n'a été faite depuis 1865, époque des premiers reboisements. On peut dire que la sécheresse a eu, dans ces terrains calcaires ou gréseux, son minimum d'effet ; elle est la règle ; les pluies, surtout en été, sont de très rares exceptions et il y a bien longtemps qu'on n'en a pas signalé. »

---

(1) Je remercie M. Gallois, inspecteur adjoint des forêts à Saint-Laurent-du-Pont, pour les échantillons et les renseignements qu'il a bien voulu me fournir.

On voit qu'en effet dans le Gard et dans l'Hérault la production ligneuse de 1893 a été sensiblement la même, pour les trois essences étudiées, que celle des années voisines.

Dans les Basses-Pyrénées (inspection de Mauléon) l'anneau de 1893, observé sur les souches, est au moins aussi épais que les autres (1).

Enfin si nous quittons le sud de la France pour remonter vers le nord, nous voyons que, même au bord de la mer, aux Sables d'Olonne, l'influence de la sécheresse de 1893 et des deux années précédentes s'est fait nettement sentir sur les pins maritimes. J'ai trouvé pour la somme des largeurs des accroissements annuels de 9 pins maritimes de 1890 à 1896 les chiffres suivants : 37,7 ; 24,4 ; 25,3 : 25,9 ; 43,8 ; 35,3 ; 32,2. Dans la forêt de La Chaize-le-Vicomte, près de la Roche-sur-Yon, l'accroissement des hêtres en 1893 n'a pas même été la moitié de celui de 1891.

Ces documents, tout incomplets qu'ils sont, permettent de délimiter à peu près la zone qui a eu à souffrir des conditions climatériques exceptionnelles de 1893. Non seulement les trois départements lorrains, mais l'Yonne, la Haute-Saône, le Doubs, même la Vendée ont subi dans leur production ligneuse un déficit plus ou moins considérable.

Par contre, dans l'Isère, les Basses-Alpes, les Alpes-Maritimes, le Gard, l'Hérault, les Basses-Pyrénées, c'est-à-dire dans le sud de la France, il ne semble pas qu'il y ait eu de diminution.

En tout cas, on conçoit (et c'est le point que je veux mettre en relief) qu'en multipliant les observations de ce genre on pourrait préciser les limites de la région influencée et en comparant les circonstances climatériques (pluie, gelée, chaleur, etc...) des points indemnes et des points influencés, on pourrait déterminer à partir de quel degré et dans quelle mesure suivant les régions et les sols les divers facteurs de la végétation retentissent sur la production ligneuse des différentes essences. Prenons pour exemple le besoin en eau : comme pour tous les facteurs, il y a, pour chaque espèce, un minimum au-dessous duquel la plante meurt de soif ; il y a un optimum pour lequel la plante végète le mieux possible, fabrique le plus large anneau ligneux ; il y a un maximum au-delà duquel la plante meurt non plus par manque d'eau mais par excès. Ces minimum et ces optimum varient pour une même plante, pour le hêtre par exemple, suivant les régions, les sols, etc., et il faut reconnaître que nous manquons de renseignements précis sur ces points importants. Des observations telles que celles que je viens de rapporter peuvent seules servir.

---

(1) Renseignements dus à l'obligeance de M. Martimor, inspecteur des eaux et forêts à Mauléon.

Les appréciations qui ne s'appuient pas sur des mesures directes, précises n'ont aucune portée ; celles qu'on tire, entr'autres, de l'aspect du feuillage sont souvent trompeuses.

INFLUENCE DES GELÉES PRINTANIÈRES. — Suivant les années, bien mieux, dans une même année, suivant les régions et les espèces, ce sera l'un ou l'autre des éléments climatériques qui fera surtout sentir son influence sur la végétation, qui sera *la dominante*.

Ainsi dans le Jura le hêtre a grandement souffert en 1895 et en 1897 ; dans la Chartreuse il en a été de même en 1891, en 1895 et probablement aussi en 1897 (1). Le fait est évidemment dû à une circonstance climatérique.

Ce sont les gelées printanières qu'il faut accuser en l'espèce. Le 17 mai 1891 et le 24 mai 1895 le froid a détruit les feuilles des hêtres dans les Vosges, le Jura, les Alpes jusqu'à 1100 mètres d'altitude. En 1897, le 12 mai, le thermomètre est descendu à 8° au-dessous de zéro dans la région parisienne, plus bas encore dans les Vosges et le Jura et les jeunes feuilles des hêtres ont été plus ou moins complètement détruites (2).

Les arbres ont dû former de nouveaux rameaux, de nouvelles feuilles aux dépens de leurs réserves et l'anneau ligneux fabriqué en moins de temps par des feuilles moins nombreuses et moins actives (M. Griffon vient de montrer que ces feuilles ont le limbe moins épais, le parenchyme en palissade très réduit) est, on le comprend, moins épais que l'anneau normal.

---

(1) Je n'ai pu m'en assurer parce que les spécimens du massif de la Grande Chartreuse ont été recueillis avant la saison de végétation de 1897.

(2) M. Griffon a étudié récemment ici même [*Revue générale de Botanique*, T. IX (1897), p. 417], l'influence de cette gelée au point de vue de la naissance et de la constitution des pousses de remplacement. Le supplément de consommation de matières plastiques que l'arbre fait à cette occasion se traduit nécessairement par une diminution d'épaisseur de l'anneau ligneux.

Il est facile d'évaluer en mètres cubes et en francs le dommage causé par ces gelées printanières, en admettant qu'elles soient seules en cause, ce qu'on voit en examinant soit les autres circonstances qu'a présentées l'année, soit la végétation des essences indemnes.

Ainsi les hêtres de Pontarlier, à la suite de ces gelées, ont fabriqué un anneau ligneux qui n'était, en 1897, que les $\frac{75}{100}$ et en 1895, que les $\frac{63}{100}$ de l'anneau moyen des huit dernières années.

Influence des années pluvieuses et froides. — Si en 1893, c'est le manque d'eau pendant la saison de végétation qui a nui à la production ligneuse, si en 1891, en 1895 et 1897 ce sont les gelées printanières, d'autres années ce pourra être l'excès d'eau joint à une température insuffisante, comme il est arrivé en 1888.

« En mars 1888 (1), le retard de la végétation est considérable. En juin il tombe une grande quantité d'eau (119 millimètres), plus encore en juillet (137 millimètres), qui a été en même temps très froid. La végétation a beaucoup souffert, l'année ayant été très pluvieuse et très froide, justement au moment de la plus grande activité physiologique. La moyenne de température de l'année n'a été, à Nancy, que de 7°,91, inférieure de 1°,43 à la température normale. »

Ces mauvaises conditions climatériques ont eu leur répercussion sur la végétation des arbres.

D'après Hartig, le rendement du hêtre a subi, cette année-là, une forte diminution tandis que l'épicéa dans la même station formait un anneau normal. M. Mer a constaté qu'aux environs de Gérardmer les sapins accusaient en 1888 une couche plus étroite que les adjacentes et à tous les niveaux. J'ai vu qu'il en avait été de même pour les hêtres et les sapins de notre région, comme il ressort du tableau suivant :

---

(1) *Bulletin météorologique de Meurthe-et-Moselle.*

	SOMME DES ACCROISSEMENTS DANS LES ANNÉES								
HÊTRES	1895	1894	1893	1892	1891	1890	1889	1888	1887
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
7 Hêtres. Champenoux (argileux)	»	13,9	6,7	13,9	21,1	19,1	16,2	11,3	19,3
10 Hêtres. Haute-Saône (calcaire)	»	21,5	8,7	16,9	34,2	31,9	25,2	17,7	22,9
9 Hêtres. Haute-Saône (grès bigarré)......	»	23,5	13,5	19,9	25,3	26,5	21,6	16,8	23,0
10 Hètres G4 Remenaumont (calcaire)....	23,3	21,5	15,6	17,8	21,5	17.9	15,4	13,7	23,3
9 Hêtres. Fourasses de Velaine (calcaire)...	»	20,8	8,8	17,2	27,2	21,5	19,9	17.2	17,3
13 Hêtres. Vosges gréseuses	23,5	19,3	12,8	20,4	22,1	25,6	26,9	19,0	23,3
SAPINS									
20 Sapins. Vosges gréseuses	40,2	37,7	28,9	33,4	42,5	48,2	43,8	34,1	38,2
		158,2	95,0	139,5	193,9	190,7	169,0	129,8	167,3

En comparant les sommes des accroissements de ces 78 arbres, on remarque qu'après 1893 c'est 1888 qui a été l'année de moindre production ; vient ensuite 1892 qui s'est distinguée, comme la suivante, quoique à un moindre degré, par la rareté des pluies pendant la saison de végétation. S'il n'est tombé à Nancy pendant cette saison, que je considère comme correspondant au printemps et à l'été météorologique (du 1er mars au 1er septembre), que 244 millimètres d'eau en 1893, le sol n'en a reçu que 280 millimètres en 1892, quand la moyenne des 28 années précédentes (1866-1895) a été de 381 millimètres.

Il est à noter que, depuis 1888, c'est pendant ces deux saisons de végétation que la température a été le plus élevée ; la somme des moyennes mensuelles a été de 94°,7 en 1893 et de 84°,8 en 1892. Ces deux saisons sèches et chaudes ont été séparées par des pluies hivernales abondantes. Pendant le repos de la végétation (automne et hiver météorologiques du 1er septembre au 1er mars), il est tombé, en 1891-1892, 510 millimètres d'eau et en 1892-1893, 490 millimètres, tandis que la moyenne des 28 années précédentes n'a été que de 405 millimètres. Par contre, les saisons de végétation de 1891 et 1890 qui ont été favorables à la production ligneuse et qui ont reçu le taux d'eau moyen, l'une 390 millimètres, l'autre 380 millimètres, ont été précédées des périodes hivernales les plus sèches qu'on ait vues à Nancy depuis 1866 (1). Dans ces périodes de repos, 1889-1890 et 1890-1891, le sol de Nancy n'a reçu que 283 millimètres et 280 millimètres d'eau, la moyenne étant de 405 millimètres. Ce qui semble indiquer qu'en Lorraine et pour tous les sols, comme je l'ai déjà fait remarquer, la végétation forestière a beaucoup plus à compter avec les pluies de printemps et d'été qu'avec celles d'automne et d'hiver.

L'examen du tableau précédent montre encore que si les épicéas n'ont pas souffert en 1888 en Bavière, au dire de Hartig, il n'en a pas été de même pour les sapins des Vosges. Il serait intéressant de vérifier comment se sont comportés nos épicéas en 1888; des circonstances climatériques, par exemple, les gelées, nous venons de le voir, peuvent être nuisibles à une essence et indifférentes à une autre. On sait encore fort peu de chose à ce sujet et c'est seulement par l'examen attentif, minutieux, des faits météoriques aux diverses phases de la végétation combiné avec l'étude de l'anneau ligneux qu'on pourra déterminer les conditions optima de la végétation de chaque essence et affirmer la nocuité ou l'innocuité de tel ou tel phénomène.

On voit, par ces deux exemples des années 1888 et 1893, que l'arbre enregistre fidèlement dans ses couches annuelles les diverses circonstances qui ont influé sur sa végétation et l'on peut retrouver dans son corps ligneux, à des centaines d'années d'intervalle, la trace des faits météoriques ou des opérations culturales dont la forêt a été le théâtre.

C'est ainsi que nous constatons encore aujourd'hui dans nos chênes, sous forme de lunure, l'effet du rigoureux hiver de 1789 aussi nettement que celui de l'hiver 1879-1880. C'est ainsi que nous pouvons préciser la date exacte des exploitations dans les taillis sous futaie, par les larges accroissements que prennent les arbres de réserve dans les années qui suivent de près l'abatage du taillis. Que si l'on ratisse la couverture morte des forêts en sol pauvre pour en faire la litière des bestiaux, comme il arrive en mainte localité d'Allemagne, l'anneau ligneux manifestera bientôt par son amincissement progressif que c'est là un procédé déplorable des plus nuisibles au propriétaire de la forêt.

---

(1) Je n'ai pu remonter plus haut ; 1866 est la date de la fondation du *Bulletin météorologique de Meurthe-et-Moselle*.

Les dégâts des insectes se traduisent souvent aussi dans le corps de l'arbre par une diminution d'épaisseur et une moindre lignification de l'anneau ligneux formé dans l'année où le dégât s'est produit. On sait, par exemple, que les invasions de hannetons se reproduisent tous les trois ans ; les chênes défeuillés par les hannetons montreront de trois en trois anneaux ligneux un anneau mince correspondant à l'année de grande multiplication de ces insectes.

En somme, quand on veut bien se donner la peine de lire dans le bois des arbres, on peut apprendre beaucoup de choses sur les circonstances de leur vie ; mais il est indispensable, pour y lire avec netteté, d'observer rigoureusement tout d'abord la règle capitale en expérimentation qui est de laisser fixes toutes les conditions déterminantes d'un phénomène, sauf celle dont on veut étudier l'action.

J'espère avoir montré par ces observations que, si le forestier ne peut, comme l'agriculteur, déterminer chaque année par la pesée des récoltes l'effet des circonstances climatériques, des amendements ou des engrais, il possède dans l'appréciation de l'épaisseur et de la constitution de l'anneau ligneux d'arbres convenablement choisis, un moyen précieux de mesurer les diverses influences qui agissent sur la forêt et de se renseigner ainsi sur leur importance relative ou absolue.

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par Ch. **DASSONVILLE** *(Suite)*

II. — Action du Sulfate de Magnésie

Le 12 mai, huit graines sont semées dans une liqueur de Knop sans sulfate de magnésie ;

Deux graines sont semées dans une liqueur de Knop ayant, par litre, 1 gramme de sulfate de magnésie.

Les cultures dans la solution normale de Knop dont il a été question plus haut servaient de terme de comparaison. (Toutes ces cultures étaient dans les mêmes conditions).

1° *Marche de la végétation. 29 mai.* — Les comparaisons établies à cette époque (17me jour) sont représentées dans le tableau suivant :

	Avec sulfate 0.250/1000 —	Sans sulfate —
Longeur de la racine principale	10 centim. (peu ramifiée)	22 centim. (abondamment ramifiée)
Nombre de racines adventives.	14	0
Longueur de l'axe hypocotylé	3 centim.	9 centim.
État des cotylédons.	à peine étalés	très larges (5 c.)

Conclusion : *Au début de la végétation, le sulfate de magnésie retarde le développement du Ricin.*

Dans la solution renfermant 1/1000 de sulfate de magnésie, un des Ricins est mort avant d'avoir étalé ses cotylédons. Sa racine n'a pas dépassé 3 centimètres.

L'autre a paru souffrir dès les premiers jours. Puis, tout-à-coup, ses organes ont pris un grand développement.

Le *29 mai*, j'ai relevé les observations suivantes :

Longueur de la racine principale	6 cent. (non ramifiée)
Nombre des racines adventives	22
Longueur de l'axe hypocotylé.	13 centimètres
Cotylédons, très larges	7 centimètres

La différence observée entre les deux plantes cultivées dans cette solution d'une part. et, d'autre part, l'apparence de contradiction que ce Ricin oppose à la conclusion précédente (conclusion établie sur 14 cultures) semblent montrer que ce dernier Ricin échappe à la loi générale peut-être par des propriétés qui lui sont individuelles.

Il n'en est rien. On verra plus loin que son cas peut être interprété.

Le *16 juin*, les différences entre les Ricins privés de sulfate de magnésie et ceux de la solution de Knop sont moins marquées. L'activité de la végétation est diminuée chez les premiers : les autres Ricins poussent vigoureusement.

Le *7 juillet*, l'avantage est à ces derniers.

Leur tige mesure 20 cent. et porte 5 larges feuilles. Celle des autres n'atteint pas 15 cent. ; leurs feuilles sont deux fois plus petites.

L'arrêt de croissance, dans ce dernier cas, pouvait être attribué soit à l'indispensabilité de la magnésie, soit à l'appauvrissement du liquide par une consommation trop rapide des sels dans les premiers temps de la végétation.

Pour éviter cette objection, j'ai renouvelé les liquides :

Les différences continuent à s'accentuer : Les feuilles âgées tombent successivement, chez les plantes privées de sulfate ; tandis que, dans la solution de Knop, les plantes poussent vigoureusement.

Le *20 juillet*, j'ai mis fin aux expériences parce que le développement restait stationnaire chez les Ricins privés de magnésie.

Les figures 77 et 78 (pl. 12) font voir les dimensions respectives des feuilles les mieux développées (la 2^{me} au sommet), la première dans la solution de Knop, la deuxième dans la solution privée de sulfate. Elles représentent assez exactement le rapport de l'ensemble des feuilles.

Les autres faits observés sont notés ci-dessous :

	Avec sulfate de magnésie 0,250/1000	Sans sulfate de magnésie
Longueur de la racine principale. . . .	30 centim.	60 centim.
Longueur moyenne des radicelles	30 centim.	3 à 4 cent.
Longueur de l'axe hypocotylé.	9 centim.	11 centim.
Longueur de l'axe épicotyle	12 centim.	4 centim.
Longueur maxima des pétioles	10 centim.	6 centim.
Nombre des entre-nœuds	8	7

J'ajouterai, qu'en présence du sel de magnésie, l'ensemble des racines adventives et des radicelles constitue un système beaucoup mieux développé qu'en l'absence de ce sel, tandis que la racine principale est moins longue de moitié, comme il est indiqué dans le tableau ci-dessus.

Cette remarque doit être rapprochée des données fournies le même jour par l'examen du Ricin cultivé dans la solution à 1/1000 de sulfate de magnésie et qui sont les suivantes :

Longueur de la racine principale	15 centimètres
Longueur de l'axe hypocotylé	16 centimètres
Longueur de l'axe épicotylé	15 centimètres
Nombre des entre-nœuds.	9

En comparant ce tableau au précédent, on voit que la racine principale est quatre fois plus petite que dans les cultures privées de sulfate. Elle est d'ailleurs grêle et très peu ramifiée. Au niveau du collet, elle s'élargit brusquement et il se détache un très grand nombre de racines adventives dont l'ensemble forme un système absorbant extrêmement puissant.

Déjà, le 29 mai (voir plus haut) nous avions constaté que la racine principale était très courte ; mais que le système adventif était bien développé.

Il ressort donc que, *dans toutes ces expériences, le sulfate de magnésie s'est montré nuisible à la croissance de la racine principale, mais qu'il s'est montré très favorable au développement des racines adventives* (1).

L'apparition des racines adventives peut être plus ou moins hâtive. Dès le 29 mai, elles sont nombreuses (22), à la dose concentrée 1/1000 ; moins nombreuses (14) dans la solution de Knop ; on n'en voit aucune, à cette date, dans la solution privée du sel de magnésie.

L'absorption devenant brusquement plus active avec l'apparition du système adventif, on comprend que les autres organes prennent un grand développement dès que ce système commence à fonctionner.

---

(1) Cette action inverse du sulfate de magnésie sur la racine principale et sur les racines adventives paraît étrange, au premier abord ; toutefois, si l'on considère que l'absorption de ce sel par la plante se fait rapidement (de Saussure. *Recherches chimiques*), on peut penser qu'au moment où les racines adventives se développent, la plus grande partie du sel a disparu du milieu de culture et par conséquent ne nuit pas à la croissance de ces nouveaux organes.

Ces organes se développant d'autant plus tôt que les racines adventives fonctionnent de meilleure heure, l'apparence de contradiction que semblait provoquer le Ricin poussant dans la dose concentrée n'existe pas. Il y a eu dans ce cas un raccourcissement de la période languissante que provoque le sulfate de magnésie sur la racine principale, raccourcissement né du développement hâtif des racines adventives.

L'ensemble de ces considérations permet de conclure :

Chez le Ricin, le sulfate de magnésie nuit au développement de la racine terminale ; mais il provoque l'apparition d'un système adventif qui croît d'autant plus vite que la proportion de ce sel dans la liqueur est plus grande. Le développement des organes aériens est en rapport direct avec celui des racines adventives.

L'absence de ce sel est une cause d'activité de croissance pour la racine principale et, consécutivement, pour les divers organes, au début de la végétation; mais les dimensions que prend la racine ne sont pas suffisantes pour assurer le développement complet de la plante. La croissance est ralentie faute d'un système adventif qui ne se forme pas quand il n'y a pas de sulfate de magnésie dans le milieu salin.

MORPHOLOGIE INTERNE

La structure des Ricins qui ont été privés de sulfate de magnésie diffère de celle des Ricins de la solution de Knop par les caractères suivants :

Il y a : 1° diminution des dimensions des cellules; 2° Lignification moins accusée des vaisseaux; 3° Réduction dans le fonctionnement de l'assise génératrice qui ne se forme, d'ailleurs, que dans l'axe hypocotylé.

Les plantes de la solution concentrée en sulfate de magnésie ont une structure qui présente les caractères opposés.

CONCLUSION. — *Le sulfate de magnésie augmente les dimensions des cellules, lignifie les vaisseaux et active le fonctionnement de l'assise génératrice.*

BLÉ

I. — ACTION COMPARÉE DE LA SOUDE ET DE LA POTASSE.

A côté des cultures en liqueur de Knop dont il a été parlé plus haut, j'ai mis germer des grains de Blé dans une solution de Knop dont les sels de potasse étaient remplacés par des poids égaux des mêmes sels de soude.

La comparaison des résultats observés exprime la valeur respective de la potasse et de la soude dans la végétation du blé.

MORPHOLOGIE EXTERNE

Ainsi qu'on l'a vu plus haut, la liqueur potassique se montre très favorable à la végétation, dès le début. Les plantes poussent vigoureusement; mais, le 20 mai, elles *versent*. Leur croissance dès lors s'arrête; elles meurent vers les premiers jours de juin.

Dans la solution sodée, la végétation est moins active. Les tiges restent constamment grêles, avec des nœuds très apparents. Mais les plantes ne versent pas; elles suivent leur complète évolution et donnent des épis, rudimentaires, il est vrai.

Le 30 mai, les plantes de la solution sodée ont acquis un développement supérieur aux dimensions maxima observées dans les cultures en solution potassique, ainsi qu'on le voit dans le tableau suivant :

	Solution potassique	Solution sodée
Longueur moyenne des racines .	20 centimètres	30 centimètres
Longueur des tiges	16 »	18 »
Nombre de feuilles étalées . . .	6	6
Longueur des feuilles	13 centimètres	16 centimètres
Largeur des feuilles	4 millimètres	3 millimètres
Coloration	jaune (étiolement)	vert foncé

Ces faits, recueillis sur 15 plantes dans chaque culture, peuvent être ainsi résumés :

La solution de Knop donne au Blé, dès le début, une végétation intensive ; mais elle détermine la « verse ».

La substitution dans cette liqueur des sels de soude aux sels de potasse donne une végétation moins luxuriante dès le début ; mais elle suffit à conserver à la tige sa rigidité et sa couleur.

En d'autres termes :

La potasse provoque la verse du Blé ; la soude la prévient.

L'examen de la structure de ces plantes au niveau du deuxième entre-nœud inférieur (centre de flexion de toutes les tiges qui ont versé) nous éclairera sur le mécanisme de la verse en présence de la potasse et fera voir par quel mode d'action la soude prévient cet accident.

MORPHOLOGIE INTERNE

A. — SOLUTION POTASSIQUE DE KNOP.

J'ai décrit plus haut la structure du blé ayant vécu dans la solution de Knop, au 40^e^ jour de végétation. Nous avons vu que le deuxième entre-nœud inférieur est caractérisé, à cette époque (fig. 46, pl. 8), par la minceur excessive des parois des cellules, par l'absence complète de lignification des assises-limite et des vaisseaux de disposition tangentielle, en un mot, par l'absence des éléments de soutien.

J'ai étudié, au même endroit, la structure de la racine et de la feuille (figures 88, 91, 92, pl. 14).

Je m'occuperai simplement ici de la structure du 2^me^ entre-nœud inférieur au 60^me^ jour, c'est-à-dire à l'époque même de la verse.

Tige. — *2^me^ entre-nœud inférieur. 60^me^ jour.* — En examinant les coupes, on voit un cercle intérieur de 17 faisceaux entouré par un deuxième cercle de faisceaux peu nombreux et peu développés.

Les vaisseaux et l'assise-limite des faisceaux du cercle intérieur sont légèrement lignifiés (fig. 48, pl. 8) ; les faisceaux sont séparés latéralement par de grandes cellules à paroi très mince : les plus rapprochés du centre sont même de toute part entourés par ces cellules et sont, par conséquent, dans de mauvaises conditions pour assurer le soutènement. Les autres se relient au cercle extérieur par des cellules peu lignifiées.

Les faisceaux du rang extérieur sont reliés latéralement par des cellules relativement peu lignifiées, disposées en une couronne de deux assises qui s'appuie sur l'endoderme dont les parois interne et latérales sont seules épaissies.

L'écorce comprend une rangée unique de cellules minces. L'épiderme n'est pas cutinisé.

B. SOLUTION SODÉE

1° **Racine.** — En présence de la soude, les racines ont une structure très voisine de celle qu'on observe dans la liqueur potassique (fig. 43, pl. 8).

La différence essentielle réside dans la persistance des assises de l'écorce qui ne forment pas de lacunes. Le diamètre des vaisseaux est aussi un peu plus faible ; les parois internes et latérales de l'endoderme sont légèrement lignifiées.

2° **Tige** *(2me entre-nœud inférieur). 40me jour.* — Les coupes sont semblables à celles du premier entre-nœud des plantes de même âge ayant vécu dans la solution potassique. Elles n'en diffèrent que par les dimensions un peu moindres des éléments constituants. C'est donc dire (d'après ce que nous avons vu plus haut) : la lignification est incomparablement plus intense qu'au deuxième entre-nœud de la tige née dans la solution potassique. Par suite, la région est déjà mieux spécialisée pour le soutien que dans la liqueur contenant de la potasse.

60me jour. — A cette époque, le mécanisme de l'action de la soude comme agent propre à éviter la verse est encore plus significatif ; car les coupes font voir une lignification très intense (fig. 47, pl. 8), bien apte à maintenir la tige verticale :

Les faisceaux du cercle intérieur sont serrés les uns contre les autres ; ou bien encore, ils sont réunis par une, rarement deux cellules très fortement lignifiées. Ils sont, en outre, rapprochés du cercle extérieur et reliés aux faisceaux de ce dernier par un tissu très lignifié.

Autrement dit, le méristème vasculaire limite ses cloisonnements et se lignifie abondamment dans toute son étendue.

Enfin, l'épiderme est très fortement cutinisé, surtout à sa face externe et sur ses faces latérales.

3° **Feuille.** — La structure est absolument la même que dans la solution de potasse.

CONCLUSION. — Dans toutes nos cultures, nous avons vu la verse se produire dans la liqueur potassique ; les tiges rester verticales, dans la solution sodée.

L'examen de la structure nous a montré :

1° Qu'en présence de la potasse, les tissus de soutien font défaut à la base de la tige ; que les éléments cellulaires sont nombreux, grands et minces ;

2° Qu'en présence de la soude, la base de la tige est très fortement lignifiée.

Ces particularités de structure expliquent la différence d'action des deux bases sur le port de la plante et on peut conclure :

Chez le Blé, la potasse facilite les cloisonnements cellulaires et par conséquent favorise la croissance ; mais elle retarde la lignification des tissus de soutien et provoque la « verse ».

La soude joue dans le cloisonnement cellulaire un rôle beaucoup moins actif et par suite favorise moins la croissance ; mais, en sa présence, la tige prend à sa base une lignification précoce et très intense qui prévient « *la verse* ».

Remarques. — I. Dans les expériences dont il vient d'être question, nos milieux ne différaient que par la nature des bases « Potasse et Soude ». Les faits constatés sont donc imputables à l'action de ces deux corps exclusivement.

Cela ne veut pas dire, bien entendu, que la verse du Blé est toujours causée par un excès de potasse dans le sol ; car d'autres conditions (lumière, chaleur, humidité, etc.) agissent sur la structure et peuvent la modifier dans le même sens que la potasse.

Tous les agents capables d'augmenter le poids des parties supérieures de la plante et de diminuer en même temps la résistance de la tige à sa base sont des causes prédisposantes de la verse.

II. Lorsque le Blé montre, dès le début de la germination, une végétation luxuriante, il verse le plus souvent, à sa maturité. C'est là un fait admis par les Agriculteurs.

Certains ont attribué cette exubérance du début à la potasse, parce que les analyses ont le plus souvent dévoilé l'abondance de ce corps dans les terrains qui donnent généralement cette exubérance.

Mais, si l'on a entrevu la relation qui existe entre la quantité de potasse contenue dans le sol et la croissance des céréales, personne n'a soupçonné (que nous sachions, du moins,) qu'on dût rapporter également à cette base la *verse* de ces plantes.

Nos expériences établissent le rôle de la potasse dans la verse et montrent le mécanisme de son action.

C'est là un fait important ; car, si l'analyse chimique dévoile une forte proportion de potasse dans un sol donné, il devient indiqué de n'y pas semer du Blé avant d'avoir épuisé ce sol par des plantes avides de potasse, comme la Betterave, par exemple.

III. Depuis la découverte des Nitrières du Pérou, le nitrate de soude, en raison de son faible prix, a remplacé le nitrate de potasse que l'on considère comme un engrais de premier ordre. Ce sel a donné de belles récoltes.

Dès lors, les savants qui, avec Péligot, nient l'assimilation de la soude, ont dû invoquer, pour expliquer les bons effets constatés, une double décomposition dans le sol, donnant naissance à du nitrate de potasse.

Cette théorie n'est peut-être pas justifiée ; car, il faut admettre que la soude est assimilable, puisque mes plantes se sont bien développées en l'absence de toute autre base alcaline.

IV. Il est connu que lorsqu'on ajoute du nitrate de soude à un terrain ensemencé avec du Blé, les plantes prennent une couleur vert foncé et un port spécial. On rend le fait particulièrement évident en traçant des figures, sur le sol, avec le sel que l'on répand : La culture reproduit alors les mêmes caractères en vert foncé tranchant sur le fond jaunâtre que forment les plantes avoisinantes.

Plus tard les différences sont moins accusées. Toutefois, les Agriculteurs disent que les Blés cultivés dans un terrain additionné de nitrate de soude versent moins souvent que les autres.

Dans mes cultures en solution sodée, les plantes ont pris dès le début l'aspect qu'elles ont dans les terrains où l'on a répandu du nitrate de soude. Cela me porte à croire que si le nitrate de soude se transforme, dans le sol, en nitrate de potasse, comme le veut Péligot, il agit aussi, au moins en partie, à l'état de sel de soude et donne à la plante sa couleur et sa rigidité caractéristiques.

V. Enfin, il est digne de remarque que M. Is. Pierre n'a constaté la présence de la soude qu'à la base des chaumes. Il en a conclu que n'existant pas dans les régions en voie de croissance qui sont riches en potasse, la soude ne joue par rapport à cette dernière qu'un « rôle secondaire ».

Ce rôle est accessoire, en effet, puisqu'il découle des expériences précédentes que la soude est peu propre à donner un grand développement; mais elle donne une grande solidité à la base de la tige; son rôle est donc important.

On peut conclure :

La potasse active la croissance du Blé; mais elle provoque la verse. L'action de la soude sur la croissance des organes est relativement faible; elle tend à contrebalancer les effets de la potasse sur la disparition de la lignification et donne à la base de la tige une résistance indispensable au soutien de la plante.

Nous verrons plus loin que la soude n'est pas le corps qui jouit de cette propriété.

(*A suivre*).

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS

PUBLIÉS EN 1894-1897 (*Suite*)

M. Darbishire, assistant à l'Institut botanique de Kiel, a commencé à nous faire connaître le résultat de ses études sur les *Roccellei* par la publication d'un genre nouveau, le *Dendographa* (1) créé par lui pour le Lichen que Tuckermann avait nommé autrefois *Roccella leucophæa*, et qui se sépare des *Roccella*, surtout par les caractères anatomiques du cortex du thalle et par ceux de l'apothécie. Puis dans une deuxième brochure (2) consacrée à l'énumération et à la distribution des autres genres qu'il a formés en examinant principalement l'herbier du Muséum de Paris et celui de Montagne, il propose, à l'exemple de son illustre maître M. Reinke (3), de placer les *Roccellei* parmi les Graphidacées. Ce ne sont pas seulement les gonidies chroolepoïdes qui motivent ce changement, car les apothécies lirelliformes de certains des genres nouveaux indiquent une réelle affinité entre les *Graphidei* et les *Roccellei*. M. le docteur Darbishire craint que cette révolution dans la classification des Lichens ne soit pas du goût de ceux qui sont habitués à les disposer, suivant leur mode de végétation, en Lichens fruticuleux, foliacés et crustacés. Il faut remarquer d'abord que cette division n'a jamais été absolue, car il y a longtemps que les *Acarospora* et les *Endocarpon* sont au milieu des genres à thalle crustacé. Personne n'a jamais réclamé, et cependant est-il un Lichen mieux foliacé que l'*Endocarpon miniatum* Ach., que les novices en lichénographie prennent souvent pour un *Gyrophora*. De plus, dès l'année 1878. M. Müller (4) a introduit le genre *Dirina* à apothécies lecanorines dans les Graphidées; il y a ensuite mis les *Thelotrema* et les *Ocellularia* (5), puis quelques *Lecidea* (6), par exemple *L. prenmea* Ach., *L. proximans* Nyl. et enfin les genres *Phlyctis* et *Tremotylium* (1), à cause de leurs gonidies tirées des *Trentepohlia*. Il est vrai que tous ces Lichens ont un thalle crustacé et que, par conséquent, ce changement ne peut pas soulever d'objection sérieuse. En est-il de même de l'introduction des Roccellées dans les Graphidacées ? Si on admet que l'on doive ranger dans une même série tous les genres qui présentent des gonidies de même nature, il s'en suivra que les *Pannaria*, les *Stictina*, les *Nephromium* et les *Peltigera* devront prendre place près des Collemacées et alors ces trois derniers genres se trouveront séparés des *Sticta*, *Nephroma* et *Peltidea*, avec lesquels ils ont une étroite affinité. Cette nouvelle classification ne sera-t-elle pas beaucoup moins naturelle que l'ancienne ? Je le crois. M. le professeur Reinke, pour tourner cette difficulté, a réuni dans le groupe des Parmeliacées différents genres dont les affinités paraissent très problématiques, par exemple les Urcéolariées : *Thelotrema* (à gonidies chroolepoïdes), *Urceolaria*, *Pertusaria*; puis les Parmeliées; *Lecanora*, *Ramalina*, *Parmelia*, etc.; les Acarosporées : *Acarospora* et *Thelocarpon*. Je passe sous silence d'autres genres à gonidies vertes, pour citer ensuite les Lichinées et les Pannariées, dans lesquels se trouvent d'une part les *Pannaria* et les *Stictina* à gonidies bleues, et d'autre part les *Psoroma* et les *Sticta* à gonidies vertes; enfin les Peltidées, Collemacées et Omphalariées. Ce groupe renferme donc des genres qui, d'une part, appartiennent aux trois grandes divisions naturelles : thalles fruticuleux, foliacés et crustacés, et d'autre part présentent des gonidies, les unes vertes, les autres bleues et d'autres jaunâtres. Ne vaut-il pas mieux s'en tenir à l'ancienne classification ? Mais cette discussion a trop duré et nous sommes loin des *Roccellei*. Du reste, il n'est pas utile de nous attarder davantage sur l'opuscule de M. le docteur Darbishire, car prochainement il fera paraître un Mémoire avec figures décrivant les genres et les espèces de cette tribu. Disons seulement qu'après le *Dendographa*, il a formé cinq autres genres nouveaux : *Pentagenella*, *Roccellaria*, *Dictyographa*, *Ingaderia* et *Reinkella*. Ce dernier est postérieur aux autres et l'auteur l'a trouvé en revisant les *Roccella* de M. Müller, d'Argovie (2), enlevé trop tôt à la lichénologie, qu'il a tant illustrée.

---

(1) O. Darbishire : *Dendographa eine neue Flechtengattung* (Extr. du Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1895); br. in-8° de 13 pages avec 1 planche.

(2) O. Darbishire : *Uber die Flechtentribus der Roccella* (même Recueil, 1896); br. in-8° de 10 pages avec 1 planche.

(3) J. Reinke : *Abhandlungen uber Flechten*. III, p. 148.

(4) J. Müller : *Lichenologische Beiträge*, n° 111, in Flora, 1878.

(5) J. Müller : *Lichenologische Beiträge*, n° 368. in Flora. 1881.

(6) J. Müller : *Ibidem*, n° 439 (même année du Flora).

Puisque nous parlons de la classification des Lichens, citons celle qui a été publiée par le distingué professeur de Cryptogamie à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, M. le docteur **Marchand** (3). A l'exemple de M. Wainio (4), il a rattaché ces plantes aux Champignons.

---

(1) J. Müller : *Ibidem*, n° 521, in Flora, 1882.

(2) Dr O. Darbishire : *Revision der Arten der Roccellei im Flechtenherbar des Dr J. Müller-Argoviensis* (Bulletin de l'Herbier Boissier, 1897); br. in-8° de 6 pages.

(3) Dr L. Marchand : *Énumération méthodique et raisonnée des familles et des genres de la classe des Mycophytes* (Champignons et Lichens); Paris, 1896, 1 vol. in-8° de 334 pages (avec figures dans le texte).

(4) Dr E. Wainio : *Étude sur la classification naturelle et la morphologie des Lichens du Brésil*, Introduction.

La classe des Mycophytes est divisée par lui en trois sous-classes : les *Mycomycophytes* (plantes à cellules fongiques) et *Mycophycophytes* (plantes composées de cellules fongiques et d'Algues). J'avoue ne pas comprendre la raison de ce rapprochement. M. Marchand affirme lui-même que les Lichens, pourvus, comme les Champignons, de cellules allongées et incolores, diffèrent essentiellement de ces derniers par la présence de cellules arrondies colorées par la chlorophylle. Puisque les Lichens diffèrent absolument des Champignons, pourquoi ne pas leur conserver leur antique dénomination et leur réserver une place spéciale dans le domaine de la Cryptogamie. S'ils ont des alliances avec les Champignons, ils touchent également de très près aux Algues, et par conséquent ils doivent être placés entre ces deux grandes classes de Cryptogames. Que l'on ôte de la classe des Lichens les genres et les espèces qui, d'une part, végètent sans gonidies et qui, d'autre part, ne présentent pas de cellules incolores, que l'on en enlève également les espèces parasites, c'est justice. Mais les autres espèces ne sont-elles pas suffisamment caractérisées pour conserver leur autonomie? M. Marchand a divisé les *Mycophycophytes* en onze familles qu'il a réparties d'abord en deux alliances : *Basidiolichens* et *Thécalichens*. La première n'a qu'une famille et que deux genres : *Cora* et *Dictyonema*. Tous les autres genres appartiennent à la seconde alliance. Celle-ci est divisée en deux sous-alliances : *Thécalichens-hétéromères* et *Thécalichens-homœomères*; la première sous-alliance a deux ordres, les *Endothalamiés* et les *Ectothalamiés*, suivant que l'apothécie végète dans l'intérieur du thalle ou à sa surface. On voit par là de quelle façon l'auteur a réparti les différents genres des Lichens. M. Marchand n'ayant pas la prétention de faire une œuvre absolument complète, a dû se borner, sous le rapport des genres, à la classification de M. Nylander. Il a voulu présenter à ses élèves un résumé clair et méthodique de tous les Lichens, et j'estime que sous ce rapport il a parfaitement réussi.

M. Zopf (1) est entré dans cette voie de l'épuration de l'énumération des Lichens en réunissant dans un Mémoire tous les petits Champignons parasites de leurs thalles ou de leurs apothécies. Ces parasites, nous dit-il dans un autre ouvrage que je vais citer tout à l'heure sont au nombre d'environ 400 et attaquent près de 350 espèces de Lichens. L'auteur les a rangés par ordre alphabétique et cite au-dessous de chaque nom spécifique les Champignons que l'on y peut rencontrer, en y ajoutant quelques détails et toujours la forme et la mesure des spores. Mais la présence de ces petits Champignons n'est pas indifférente pour les Lichens qui les portent ; ils sont des hôtes incommodes, déterminant même de véritables maladies. C'est ce que M. Zopf veut prouver en étudiant longuement, avec figures et planches à l'appui, les Champignons parasites considérés comme maladies des Lichens. La première partie de ce beau travail a paru (1) et contient la description de seize espèces.

---

(1) W. Zopf : *Ubersicht der auf Flechten schmarotzenden Pilze* (Extr. de l'Hedwigia, 1896) ; br. in-8° de 55 pages.

En terminant les généralités sur les Lichens, il est impossible de ne pas mentionner plusieurs ouvrages qui, quoique muets sur la distribution géographique de ces plantes, renferment des documents de premier ordre sur leur anatomie et sont ainsi capables d'aider à en faire une détermination certaine. En première ligne vient la magistrale étude de M. le docteur **Reinke**, professeur à l'Université de Kiel (2), déjà citée à propos de la classification de M. Darbishire. La première des cinq parties de cet ouvrage est consacrée à l'anatomie des *Cladonia* et à la recherche de la place que doivent occuper les Lichens dans la classification des plantes, et l'auteur les sépare complètement des Champignons. Après avoir émis, dans la troisième partie, quelques hypothèses sur la morphologie phylogénitique des Lichens, il arrive, dans la quatrième, à la morphologie comparée de leur thalle, dans chaque genre et même dans chaque sous-genre ; une espèce est étudiée et des figures en montrent et l'aspect extérieur et la place qu'occupent, à l'intérieur du thalle et souvent même de l'apothécie, les deux éléments qui les composent, les hyphes et les gonidies. Dans la cinquième partie, M. Reinke présente une classification des Lichens, classification sur laquelle nous n'avons pas à revenir. Citons encore l'œuvre, plus étendue dans un sens, plus restreinte dans l'autre, de M. **Zukal** (3), sur la morphologie et la biologie des Lichens ; la première partie des recherches lichénologiques de M. **Lindau** (4), laquelle traite du développement et du mode d'attache des Lichens vivant sur les écorces ; l'étude de M. **Fünfstrück** sur les Lichens calcicoles (5), dans laquelle il regarde les cellules sphéroïdes de Zukal comme des réservoirs de graisse ; le court Mémoire qui a suffi à M. **Darbishire** (6) pour démontrer l'inanité du microgonidisme de Minks ; l'analyse du blanc du *Thamnolia vermicularis* Ach., dans lequel

---

(1) Dr W. Zopf : *Untersuchungen über die durch parasitiche Pilze hervorgerufenen Krankheiten der Flechten* (Erste Abhandlung). Halle 1897, br. in 4° de 89 pages avec 2 planches et figures dans le texte.

(2) Dr J. Reinke : *Abhandlungen über Flechten* (Extr. du Pringheim's Jarbucher fur wissensch. Botanik) ; Berlin, 1894-1895 ; 1 vol. in-8° de 354 pages avec nombreuses figures dans le texte.

(3) H. Zukal : *Morphologische und biologische Untersuchungen über die Flecheten* (Extr. du Sitzungsberische der Kaiserl. Akademie der Wissenschaft in Wien, 1895-1896) ; 1 vol. in-8° de 207 pages avec 3 planches.

(4) G. Lindau : *Lichenologische Untersuchungen*, Heft I, *Ueber Waschsthum und Anheftungsweise der Rindenflechten*. Dresden, 1895 ; br. in-4° de 66 pages avec 3 planches.

(5) M. Fünfstuck : *Die Fettabscheidungen der Kalkflechten*, avec Supplément (Extr. du Funfstuck's Beitragen zur Wissenschaftlichen Botanik) ; vol. in-8° de 73 pages et 6 pages avec 3 planches, 1895 et 1896.

(6) O. Darbishire : *Kritische Bemerkungen über das Microgonidium* (Extr. de l'Hedwigia, 1895) ; br. in-8° de 10 pages.

M. Zopf (1) a reconnu la présence de l'acide thamnolique; l'étude au point de vue chimique de la substance des Lichens de M. Hesse (2), et enfin la thèse de doctorat de M. Billing (3) sur l'anatomie de l'apothécie des Collémacées et des Pannariées, sur laquelle il y a certaines réserves à faire, par exemple le *Collema subplicatile* est un *Leptogium*, comme du reste l'auteur semble le reconnaître en lui attribuant un cortex en pseudoparenchyme, le *Leptogium Hildenbrandii* Nyl. et le *L. saturninum* (Sm.) Nyl. (4) ne forment qu'une espèce, comme il y a identité entre le *L. saturninum* Nyl. *Prodr. Lich. Gall.* p. 26 et le *L. myochrum* Nyl. Cet auteur n'est pas du reste le premier qui ait fait cette confusion (5) et il aurait pu me citer. Enfin, M. le docteur A. Zahlbruckner a publié, en 1893-1895 (6), comme il l'avait fait les années précédentes, le compte-rendu des ouvrages sur les Lichens parus dans le courant de ces années. Ces comptes-rendus sont divisés en six parties; dans la première, les ouvrages sont énumérés sous les noms des auteurs rangés par ordre alphabétique. Dans les autres ces mêmes ouvrages reparaissent sous une rubrique spéciale : Anatomie, Biologie, etc., et l'auteur indique les choses intéressantes et les espèces nouvelles qu'ils contiennent. Parmi celles-ci, je citerai le *Gyrophora esculenta*, végétant sur les rochers granitiques du Japon et décrit par M. Myoshi. La dernière partie, consacrée aux exsiccatas, présente la liste de toutes les espèces qui ont été publiées dans l'année.

Nous allons maintenant parler des ouvrages parus en France pendant cette période de quatre années, et la première place dans cette énumération doit être sans contredit attribuée à la Flore de M. Boistel (7). Ce charmant petit volume fait partie d'une collection formée sous les auspices de M. Bonnier et destinée à permettre au plus ignorant en Botanique de déterminer rapidement les différentes plantes, Phanérogames, Mousses et Hépatiques, Champignons et par conséquent Lichens. Pour pouvoir nommer l'un de ces derniers au moyen de l'ouvrage du savant professeur, que faut-il? Une loupe ordinaire et un décimètre divisé en millimètres; donc ni microscope, ni réactions, mais

(1) W. Zopf : *Die Weissfärbung von* Thamnolia vermicularis, *bedingt durch eine neue Krystallirisende Flechtensäure* (Thamnolsaüre) (Extr. de l'Hedwigia, 1893); br. in-8° de 4 pages.

(2) O. Hesse : *Ueber Flechenstoffe* (Extr. du Berichte der deutsch. chemisch. Gesellschaft, Berlin, 1897); br. in-8° de 7 pages.

(3) O. Billing : *Untersuchungen über den Bau der Frucht bei den Gallertflechten und Pannariaceen*, Kiel, 1897; br. in-8° de 30 pages.

(4) In *Flora*, 1860, p. 545.

(5) Voir mes *Lichenes exotici*, page 27.

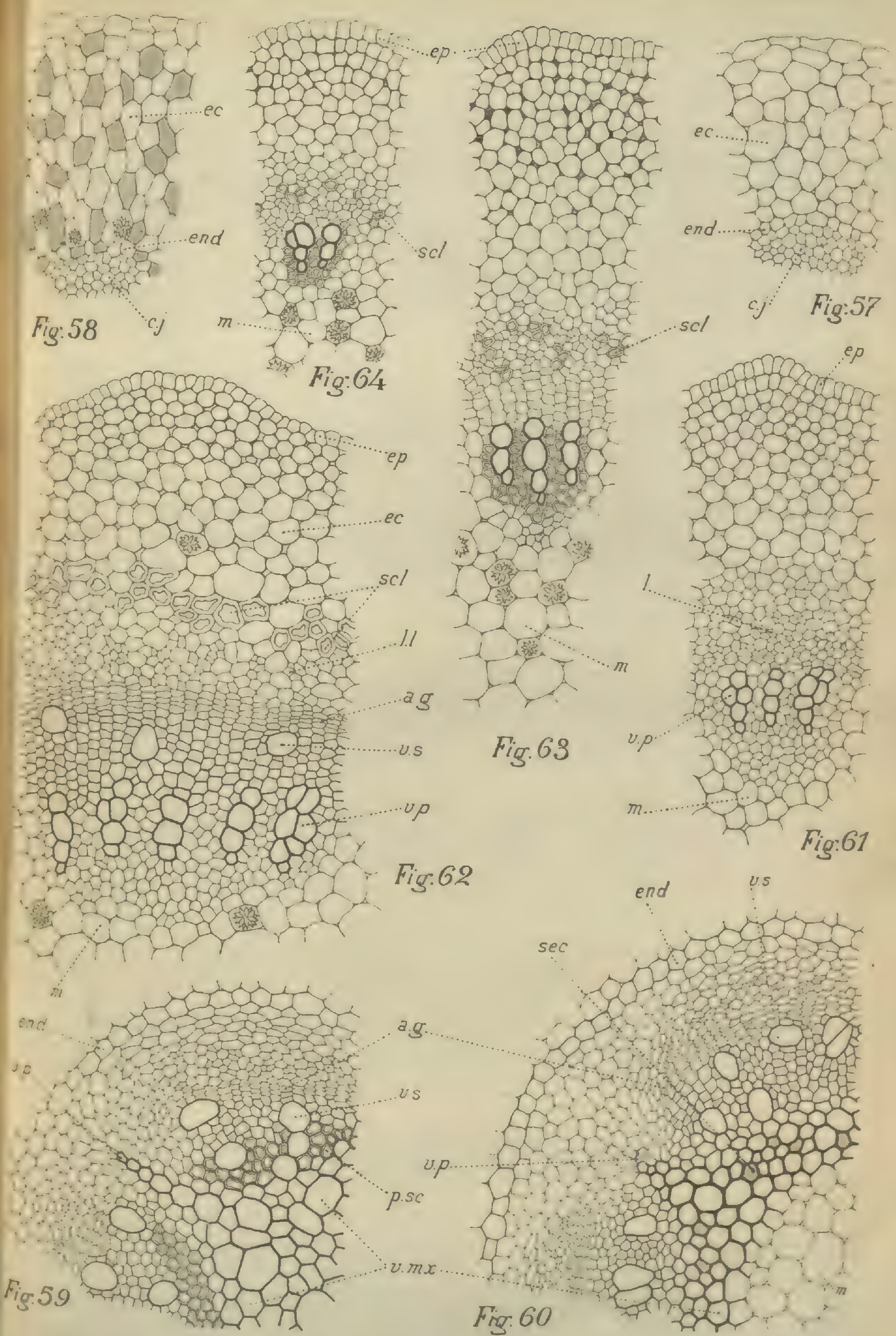
(6) Botanischer Jahresbericht, 1893-1894: et 1893, 3 br. in-8° de 22, 25 et 26 pages.

(7) A. Boistel : *Nouvelle Flore des Lichens pour la détermination facile de ces plantes*, avec 1178 figures représentant toutes les espèces; Paris, sans date (1896), 1 vol. in-12 de 164 pages.

il est nécessaire que les échantillons soient en bon état et de récolte récente. Il sera aussi presque indispensable, avant d'entreprendre une détermination quelconque, de lire les notions générales illustrées de figures et débarrassées, autant qu'il a été possible, des termes scientifiques. Possédant donc une idée sommaire des différents organes des Lichens, on ouvre la Flore au premier tableau. J'ai oublié de dire que cet ouvrage n'est qu'une suite de tableaux donnant une figure et une description concise de chacune des 524 espèces énumérées. Ces espèces, l'auteur les appelle des espèces types parce qu'il a éliminé les sous-espèces et celles qui dans les dernières années ont fractionné les anciens types. Ce premier tableau donne la division des Lichens suivant leur manière de végéter. Si le Lichen dont on s'occupe a un thalle gélatineux-transparent, on va de suite au tableau indiquant les genres de la 15^e famillle, Collemacées. Si ce thalle n'est pas gélatineux, il faut examiner s'il est formé de tiges, de lanières, de feuilles ou s'il ressemble à une croûte et les deux tableaux suivants font connaître la famille et la page où on trouvera la distinction des genres de cette famille. Une fois le genre connu, on arrive vite, en parcourant les caractères qui différencient les groupes formés dans ce genre, à trouver le nom de l'espèce. Cette Flore peut-elle servir à une détermination scientifique de tous les Lichens ? Je ne le crois pas, ou plutôt on peut y arriver pour certains et non pour tous. Une des raisons en est que M. Boistel a attribué à tous les Lichens des gonidies vertes, et cependant la distinction entre les gonidies vertes et les gonidies bleues peut être faite à la loupe, en enlevant avec un canif un petit fragment du cortex sur une partie jeune du thalle. Du reste donner des déterminations scientifiques n'est nullement le but que l'auteur s'est proposé. Il a voulu que le botaniste trouvant quelques Lichens en récoltant des plantes vasculaires, que le simple amateur, que la personne même non initiée aux principes de la Botanique, puissent nommer le Lichen qui leur tombe sous la main. Cela est-il possible ? Oui, et par conséquent l'auteur est arrivé à ses fins. Ajoutons qu'il s'est avancé un peu plus loin dans la science que nous ne l'avons dit plus haut, car çà et là il nomme les variétés, indique les réactions et même la forme des spores. Ce dernier caractère est du reste presque indispensable pour certaines espèces des genres *Lecidea* et *Verrucaria*. Sans nous arrêter à certaines critiques que l'on pourrait formuler sur le choix de certaines espèces regardées comme types, il est incontestable que M. Boistel a fait une œuvre de vulgarisation qui sera utile à beaucoup de personnes : c'est du reste le seul éloge qu'il ambitionne.

(*A suivre*). **Abbé Hue.**

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.


ec
end
cj
Fig. 58
ep
scl
m
Fig. 64
ep
scl
m
Fig. 63
ec
end
cj
Fig. 57
ep
ec
scl
ll
a g
v s
v p
Fig. 62
m
ep
l
v p
m
Fig. 61
end
v s
sec
a g
v s
v p
p sc
v mx
Fig. 59
m
Fig. 60

Ch. Dassonville del. *Imp. Le Bigot.* *J. Poinsot sc.*

Ricin

[58, 60, 61 et 64 (*sans phosphate*); 57, 59, 62 et 63 (*avec phosphate*)].

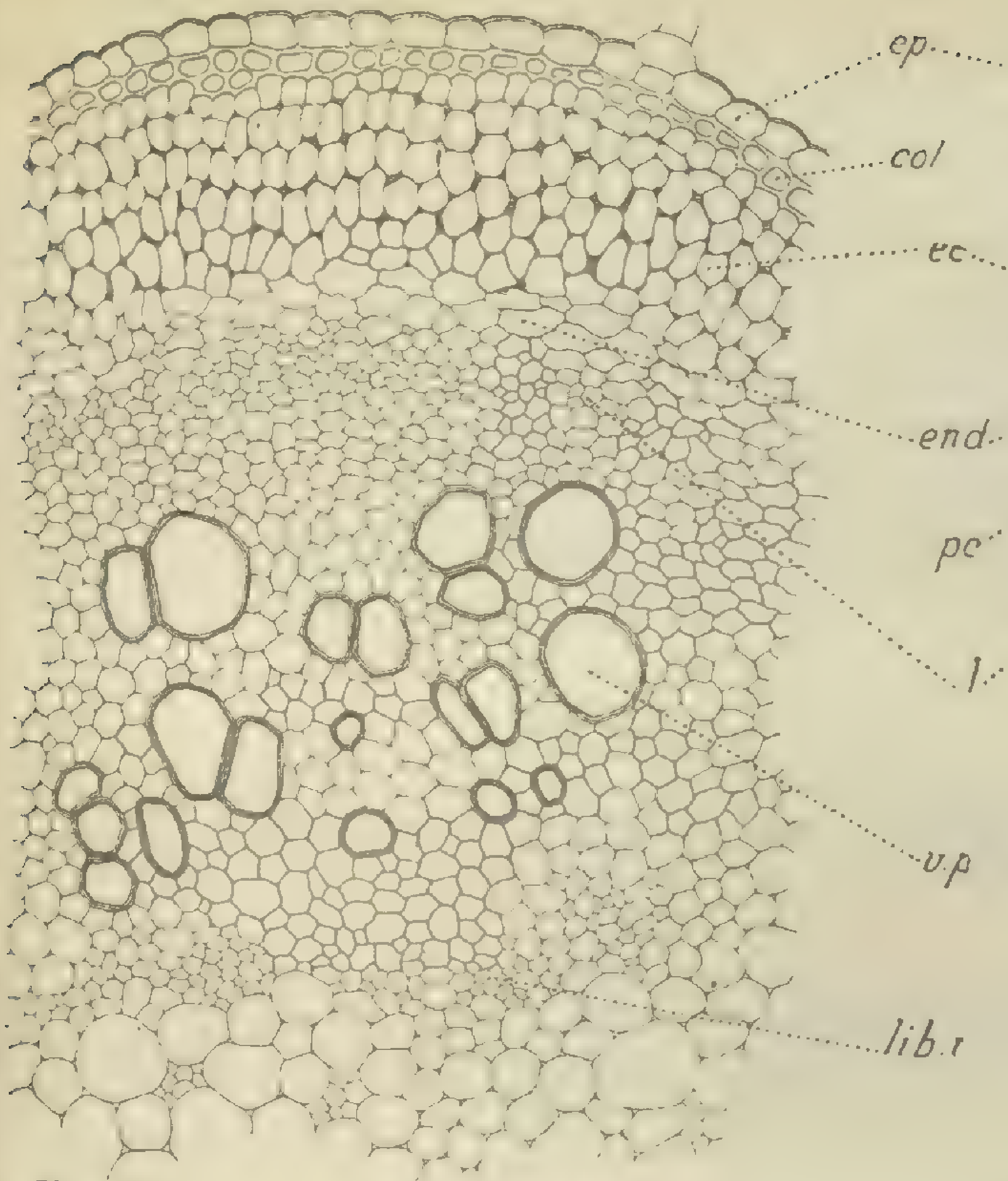

ep
col
ec
end
pc
l
v.p
lib.i

Fig. 71

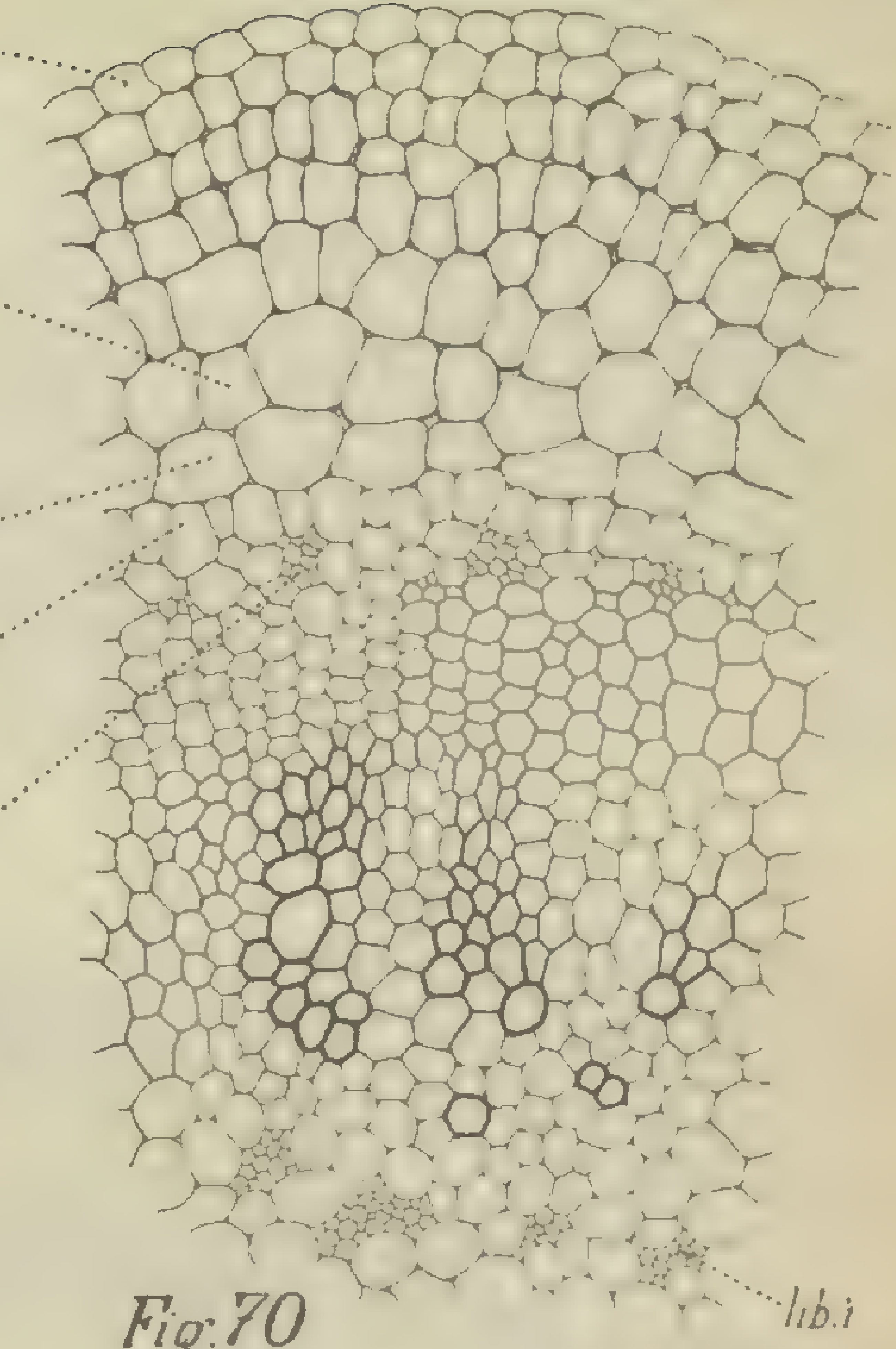


Fig. 70

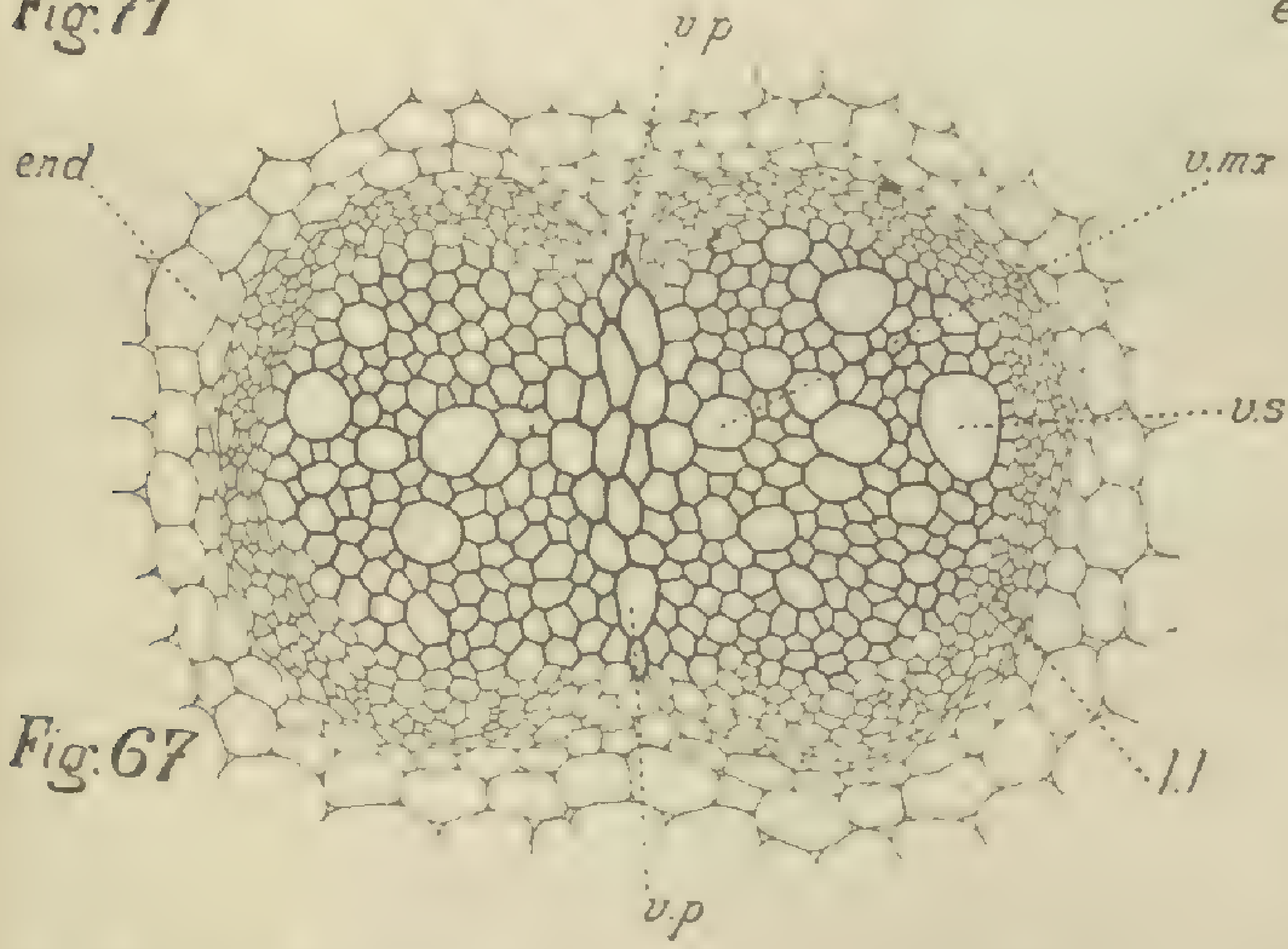

v.p
end
v.mx
v.s
l.l
v.p

Fig. 67

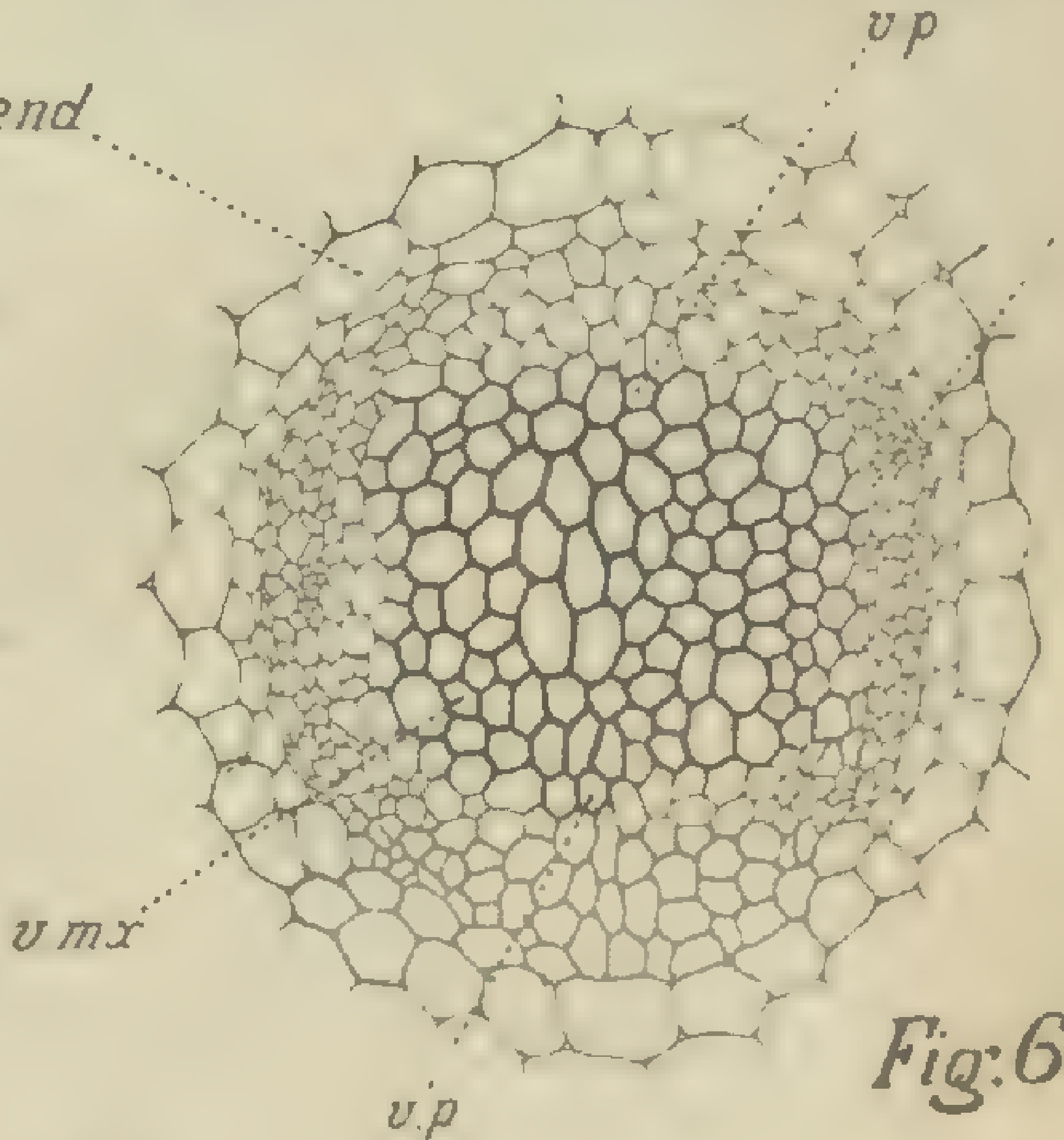

v.p
end
v.mx
v.p

Fig. 66

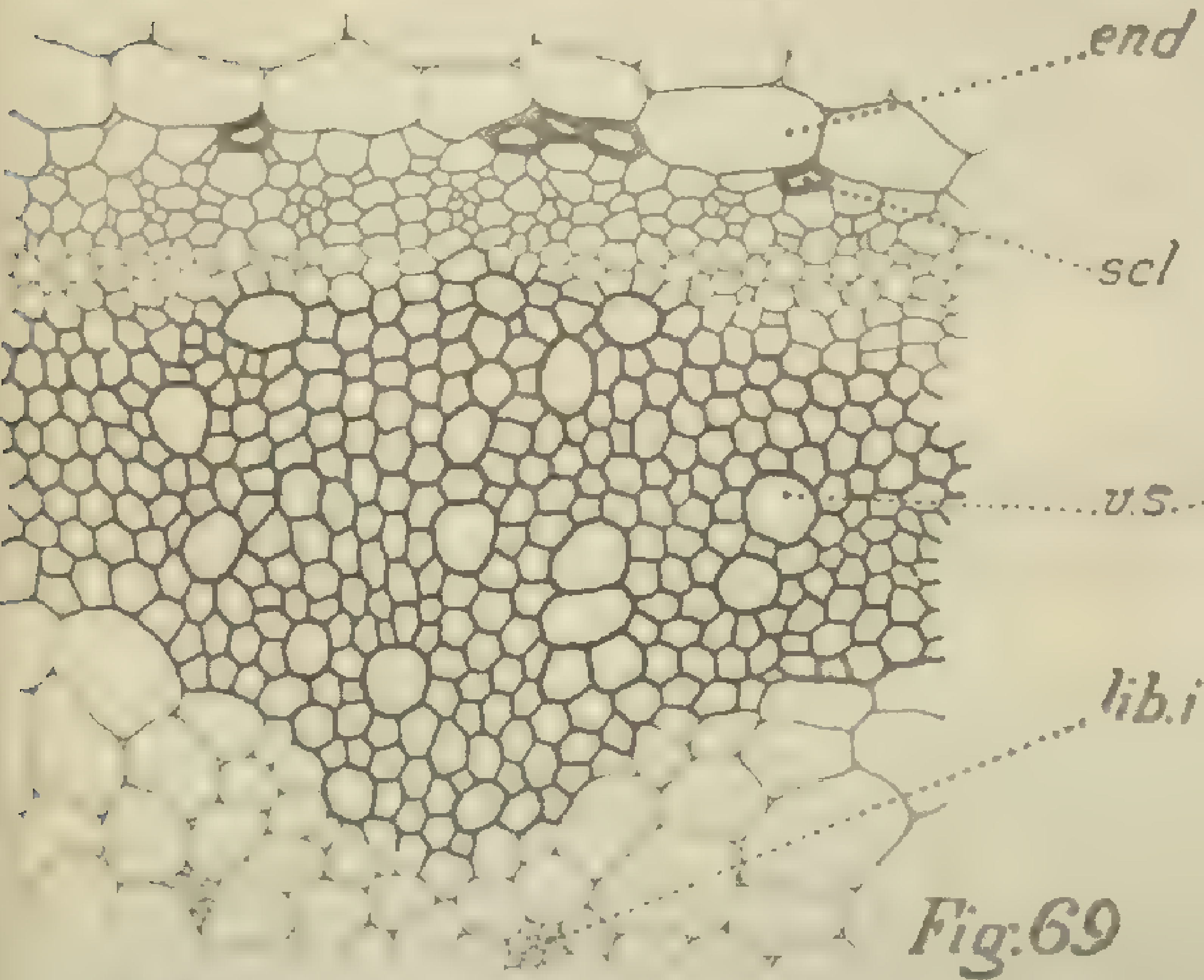

end
scl
v.s
lib.i

Fig. 69

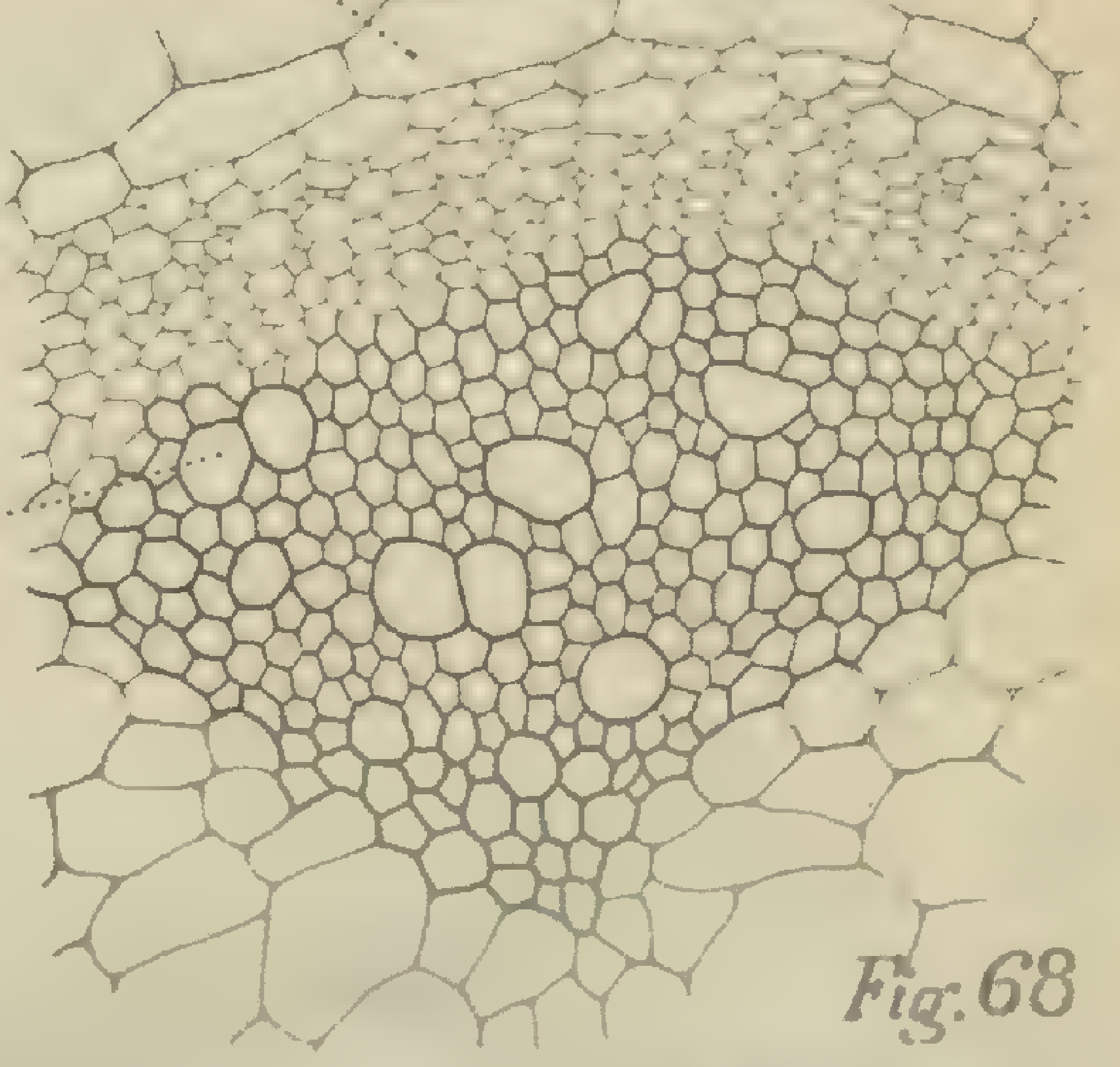


Fig. 68

Ch. Dassonville del. Imp. Le Bigot. J. Poinsol sc.

Tomate

[66, 69 et 70 (*soude*); 67, 68 et 71 (*potasse*)].

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Duchartre, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Mai 1898

N° 113

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4
—
1898

LIVRAISON DU 15 MAI 1898

I. — SUR LA TOXICITÉ DU CHLORURE DE SODIUM ET DE L'EAU DE MER A L'ÉGARD DES VÉGÉTAUX (avec figures dans le texte), par **M. Henri Coupin** 177

II. — NOTE SUR LA POLLINISATION DES CACTÉES, par **M. L. Seurat** 191

III. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville** *(suite)* 193

IV. — REVUE DE TRAVAUX DIVERS DE BOTANIQUE, par **M. Léon Dufour** 200

V. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1894-1897, par **M. A. M. Hue** *(suite)*. 215

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LA TOXICITÉ
DU CHLORURE DE SODIUM ET DE L'EAU DE MER
A L'ÉGARD DES VÉGÉTAUX

par **M. Henri COUPIN**

L'étude de l'action des poisons sur les plantes a été jusqu'ici absolument négligée, malgré l'intérêt qu'elle présente au point de vue de la physiologie végétale, de la physiologie générale et, jusqu'à un certain point, de la pratique agricole.

C'est dans l'intention de combler cette lacune que j'ai entrepris une longue série de recherches dont je publie ici la première note. Le but que je poursuis surtout est de connaître quelle est *la dose toxique de chaque poison* afin de pouvoir les comparer entre eux et voir quelle relation il y a entre leur toxicité et leur nature chimique; les nombres obtenus permettront aussi de comparer les mêmes poisons avec leur manière de se comporter à l'égard des animaux.

A part de petites notes isolées et sur lesquelles nous reviendrons à l'occasion, les seuls travaux que nous possédons sur la question sont ceux de MM. Louis Kahlenberg et Rodney H. True (1) d'une part et de M. F. Heald (2) d'autre part. Mais les expériences de ces trois auteurs, outre qu'elles ne s'adressent qu'à un petit nombre de corps chimiques (3), ne paraissent pas avoir toute la précision désirable. Ces auteurs, en effet, prenaient une plantule dont la radicule avait de 4 à 5 centimètres de long (Lupin, Pois, Maïs, Courge) et, après avoir marqué un trait à l'encre de Chine à 15 millimètres du sommet, les mettaient à germer dans diverses solutions toxiques. Celles qui croissaient peu et dont l'aspect général était malade étaient considérées comme tuées. Les observations étaient faites, au minimum, au bout de 15 heures et, au maximum, au bout de 48 heures. Mes propres expériences m'ont montré que ce faible laps de temps ne permettait pas de se rendre compte de la vitalité de la plantule. Tout au plus, de ces expériences, pouvait-on tirer le chiffre de la dose (ou plutôt d'*une* des doses, car il y en a une multitude) qui *ralentit* la croissance, mais non celui de la dose toxique. Ce n'est que dans les cultures durant 8, 15, 20 jours et même plus que l'on peut affirmer — et encore souvent difficilement — quelle est celle qui a été tuée. La croissance pendant les premières heures ne signifie absolument rien. J'ai souvent vu des racines croître, dans certaines solutions, autant que dans l'eau distillée, puis mourir au bout de 3 ou 4 jours. D'autre part, les plantules dont la croissance s'était considérablement ralentie les premiers jours, ont souvent repris une certaine vigueur au bout de 3 ou 4 jours, soit par le réveil de la racine principale, soit par la naissance de radicelles nouvelles.

---

(1) Louis Kahlenberg and Rodney H. True : *On the toxic action of dissolved salts and their electrolytic dissociation.* (The botanical gazette. Vol. XII, n° 2. August, 1896).

(2) F. D. Heald : *On the toxic effect of dilute solution of acido and salts upon plants.* (The botanical gazette. Vol. XXII, n° 2. August, 1896).

(3) Les acides sont surtout étudiés.

Méthode expérimentale. — La méthode que j'ai employée pour faire ces études est très simple. Elle consiste à faire germer une série de plantules dans de l'eau distillée additionnée d'une certaine dose pour 100 du poison étudié. On établit ainsi une série de cultures de moins en moins riches en poison et on note les vases où la plante est tuée et ceux où sa végétation est troublée. En général, on commence à faire des solutions à 5 °/₀, 4 °/₀, 3 °/₀, 2 °/₀, 1 °/₀, 1/2 °/₀, 1/4 °/₀, 1/8 °/₀, etc. Si l'on voit la plante mourir dans la solution à 3 °/₀, par exemple, on fait de nouvelles solutions à 2,1 ; 2,2 ; 2,3 ; 2,4 ; 2,5 ; 2,6 ; 2,7 ; 2,8 ; 2,9 ; 3 °/₀, toujours en mettant comme témoin un pied dans l'eau ordinaire. On arrive ainsi à avoir le chiffre de la toxicité avec une approximation suffisante qu'il est inutile de pousser à l'extrême, par suite des variations individuelles inévitables des plantules.

Les solutions sont placées dans des verres que l'on entoure ou non de papier noir. Les graines sont d'abord gonflées dans l'eau, puis mises à germer dans du papier buvard. Ce n'est que lorsque les plantules ont une racine de 2 à 3 centimètres qu'on les met à germer dans les solutions empoisonnées. Pour cela, on les maintient à l'aide d'une épingle dans le trou d'un bouchon flottant à la surface du liquide (fig. 24). Il faut que les racines et une petite portion de la graine baignent dans ce dernier. Sans cette précaution, ou la graine se dessèche ou elle est submergée et, dans les deux cas, sa croissance est troublée ou même annulée ; c'est là malheureusement un fait qui arrive et, souvent, on voit toute une série d'expériences perdues par suite de la non-germination d'une des graines de la série. A ce sujet, je recommanderai de piquer l'épingle dans le bouchon de manière à ce qu'elle traverse le trou en son milieu, et non en-dessous comme on le fait quelquefois. Si la germination dure trop longtemps, on rechange, bien entendu, le liquide de temps à autre. Pour avoir des résultats certains, il est bon d'ailleurs d'attendre pour arrêter l'expérience que la plante qui croît dans l'eau distillée commence à se flétrir.

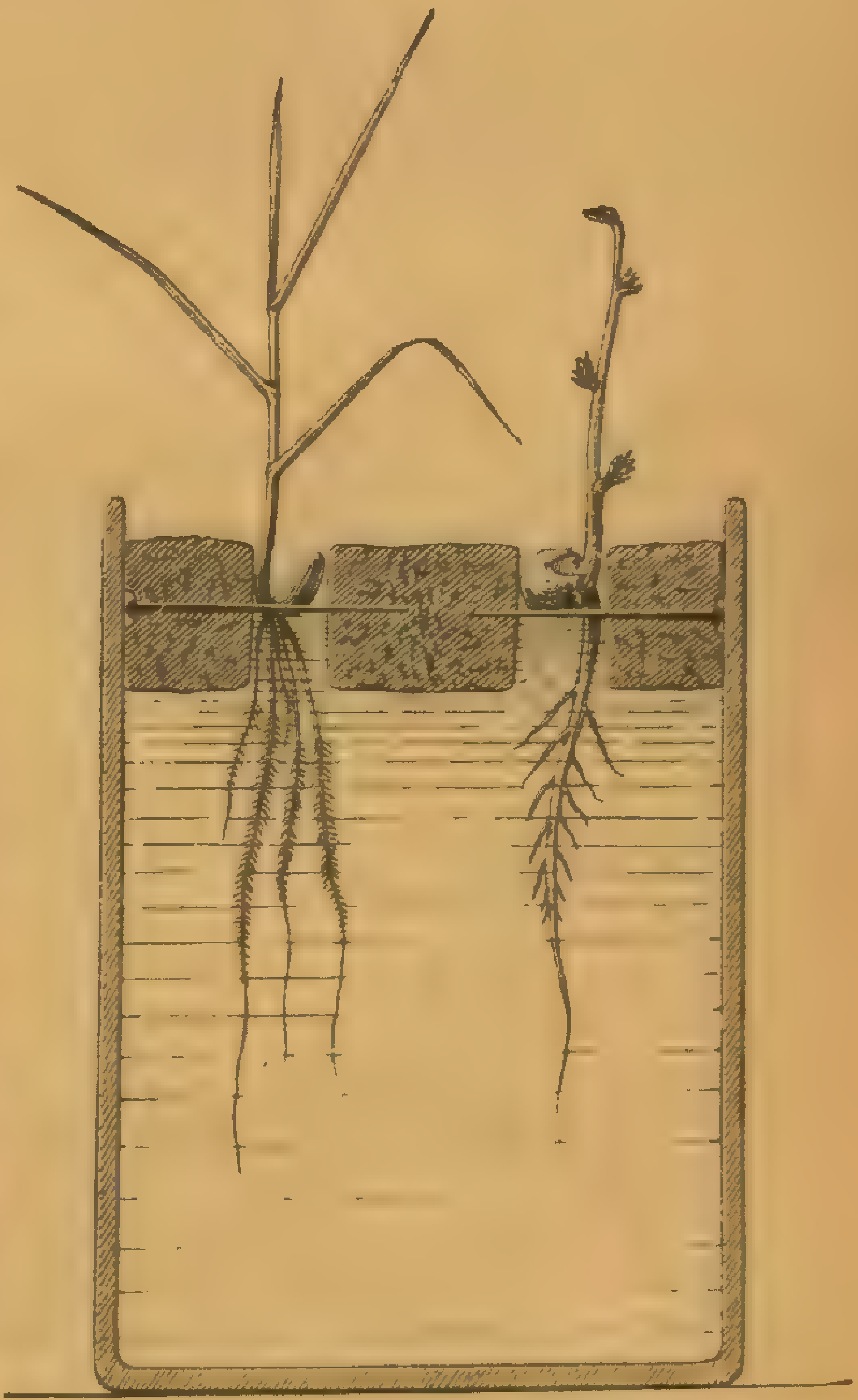


Fig. 24. — Dispositif employé pour faire germer les graines.

Il est évident *a priori*, et la moindre expérience le prouve, que toutes les plantes ne réagissent pas de même à l'égard des poisons. Aussi, pour comparer ceux-ci, est-il nécessaire d'étudier leur action sur les mêmes plantes. J'ai fait choix du Pois et du Blé de Bordeaux qui, tous deux, germent fort bien et dont les matières de réserve permettent un grand développement sans autre nourriture. Ce n'est qu'exceptionnellement et, en outre, que j'ai étudié d'autres graines.

J'appelle *équivalent toxique le poids minimum du poison qui, dissout dans 100 parties d'eau, empêche la germination.*

Supposons qu'un Pois germe dans une solution de sublimé corrosif à 1,66 °/₀ et ne germe pas dans une solution à 1,67 °/₀. L'équivalent toxique du sublimé corrosif, pour le Pois, sera de

1,66. — Si l'équivalent toxique pour le Blé est de 1,80, je dirai que le sublimé est plus toxique pour le Pois que pour le Blé. — Enfin, si un autre chlorure a un équivalent toxique de 0,53 pour le Pois, je dirai qu'il est beaucoup moins toxique que le bichlorure de mercure.

La même méthode permet aussi de connaître d'autres éléments. Considérons par exemple le schéma de la fig. 25, où j'ai représenté par des lignes plus ou moins longues les dimensions qu'atteignent les plantes d'une série de cultures.

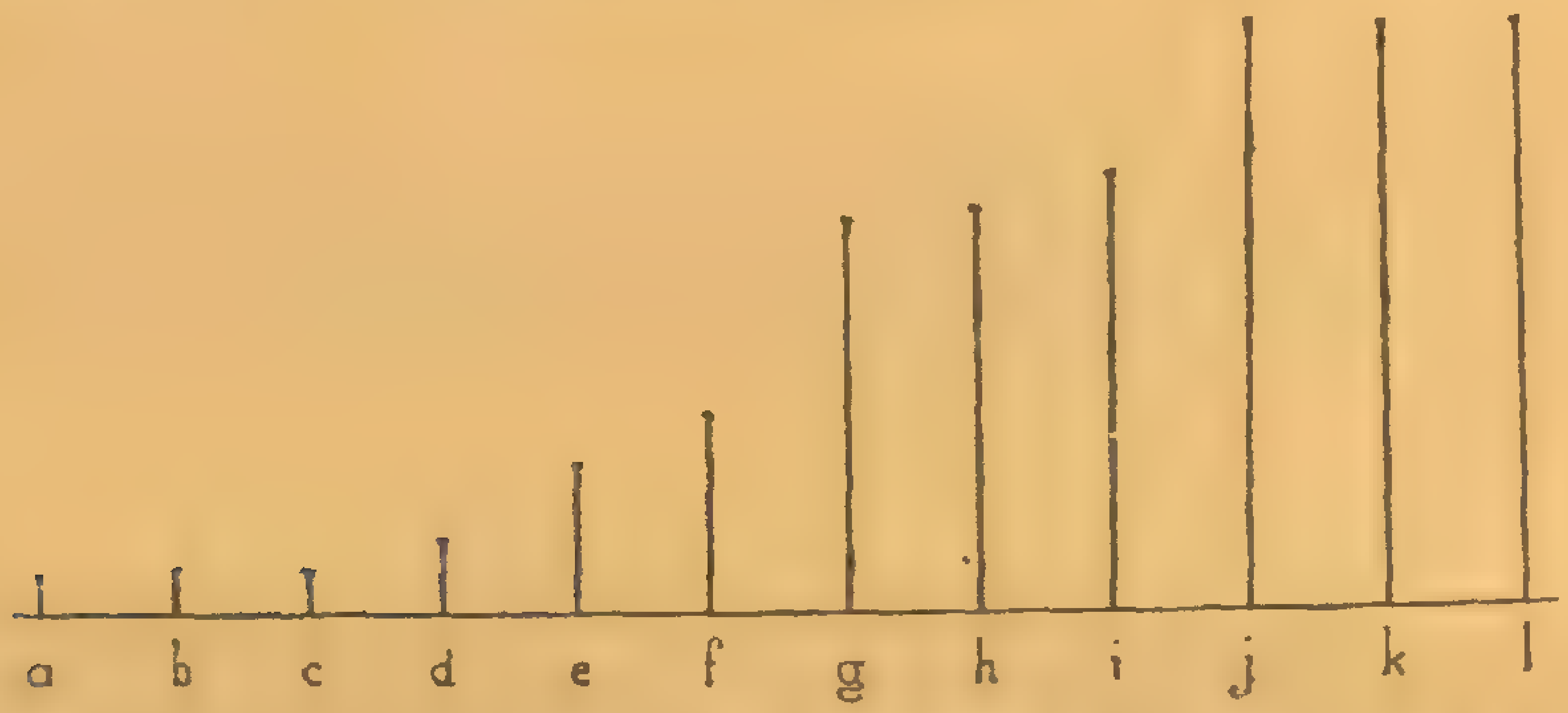


Fig. 25. — Schéma représentant les différentes dimensions des plantes d'une série de cultures.

En *a*, *b*, *c*, les plantes sont mortes presque dès leur immersion.

En *d*, la plante a cru pendant deux ou trois jours, puis est morte.

En *e* et *f*, on a des plantes rabougries.

En *g*, *h*, *i*, on a des plantes bien développées, mais moins que les suivantes.

En *j* et *k*, on a des plantes aussi bien développées que dans l'eau distillée.

l est la longueur de la plante ayant germé dans l'eau distillée.

On pourra dire :

La dose de *d* est celle de l'équivalent toxique.

Les doses de *e* et *f* ralentissent considérablement la croissance.

Les doses de *g*, *h* et *i* ralentissent un peu la croissance.

Les doses de *j* et *k* sont indifférentes.

Chaque fois que je le pourrai, je noterai toutes ces doses, mais la chose n'est pas toujours facile en raison des variations individuelles de chaque plantule.

Enfin, pour les substances utiles à la végétation, mais qui à une certaine dose deviennent toxiques, il y aura lieu de noter quelle est la dose *optimum*. Il pourra alors arriver que l'on ait deux doses indifférentes, l'une en-deçà, l'autre au-delà de la dose favorable, comme cela est figuré dans le second schéma (fig. 25), où les doses vont en diminuant de *a* à *t*.

Ces considérations générales sur les Poisons étant données, j'aborde la question de la toxicité du chlorure de sodium qu'en raison de son importance, j'ai étudié avec un peu plus de détails que celle des autres corps.

Bien que les effets du chlorure de sodium aient été abordés par plusieurs auteurs (1), soit au point de vue purement botanique, soit au point de vue agronomique (engrais ; mise en culture des marais salants, etc.) on chercherait vainement des chiffres sur sa toxicité. On sait que ce sel existe dans les eaux de la mer en diverses proportions, dont les exemples ci-dessous donne une idée suffisante (pour 1000 parties d'eau) :

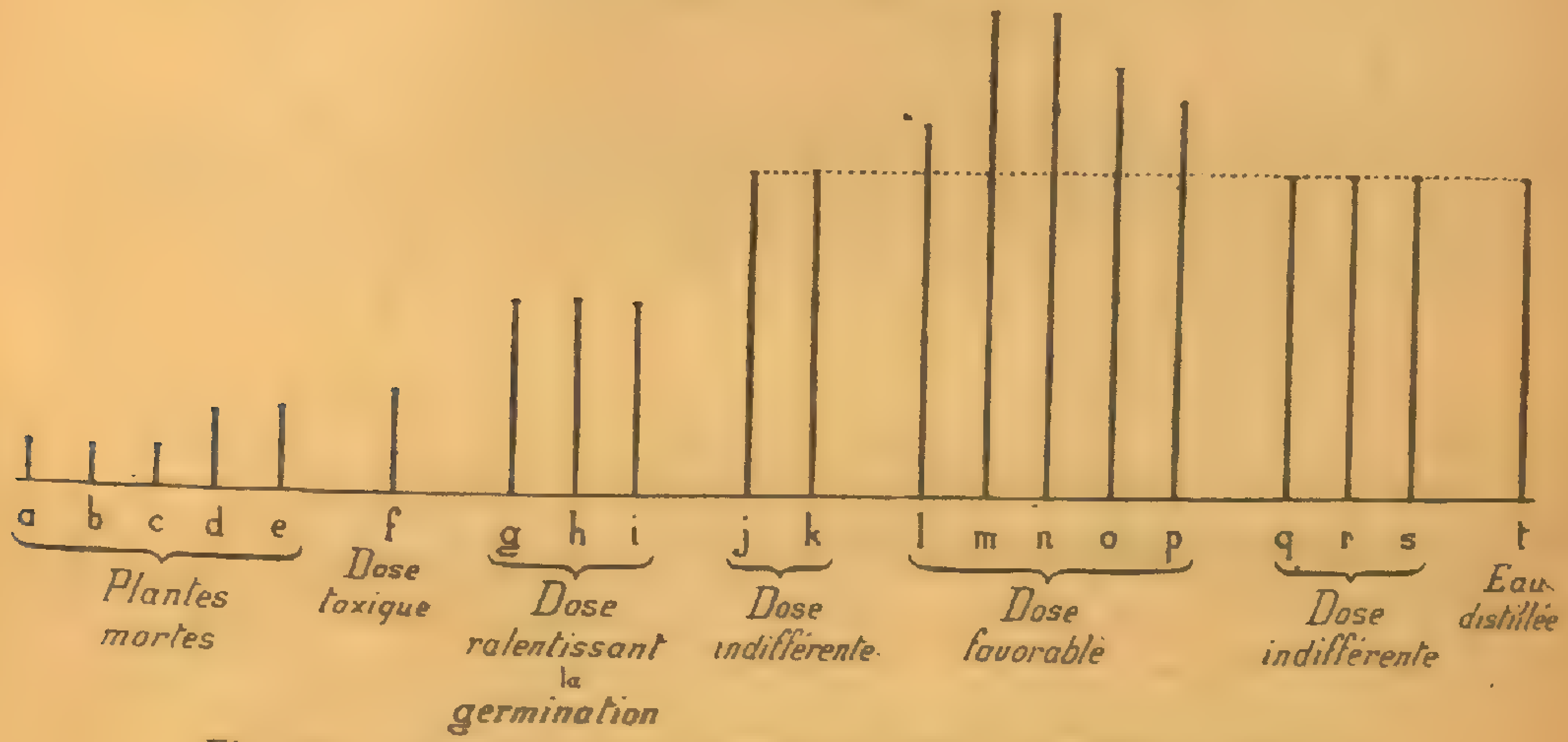


Fig. 26. — Schéma représentant la série complète des doses.

	Océan atlantique	Méditerranée	Mer noire
	—	—	—
Chlorure de sodium	25,18	29,42	14,19
— *de magnésium*	2,94	3,21	1,30
Sulfate de magnésie	1,75	2,47	1,47
Sulfate de soude	0,27		
— *de chaux*	1,00	1,35	0,10
Chlorure de potassium		0,50	0,18

---

(1) Isidore Pierre, Wœlker, Truchet, Mathieu de Dombasle, Puvis Daurier, Péligot, Gasparin, Lesage, Vandevelde, etc.

Carbonate de chaux		0,11	0,36
Bromure de sodium		0,55	
Peroxyde de fer		trace	
Bicarbonate de magnésie			0,20
	31,14	37,65	17,66

La solubilité du sel marin est d'environ 35 %. Nécessaire aux plantes marines, le chlorure de sodium est nuisible pour les plantes de l'intérieur des terres. Mais dans quelle mesure et dans quelle proportion ? C'est ce que vont établir les expériences ci-dessous.

1° **Blé de Bordeaux**. — Dans le tableau ci-contre comme dans les suivants :

G indique, en centimètres, la longueur de la partie aérienne, depuis la graine jusqu'au sommet de la feuille la plus grande.

R indique, en centimètres, la longueur de la plus grande radicelle.

Il résulte du tableau précédent (voir page 183) que, pour le Blé :

1° *L'équivalent toxique du chlorure de sodium est de 1,8.*

2° *Le chlorure de sodium à 1,6 et 1,4 % retarde la croissance du Blé et notamment celle des radicelles.*

3° *Le chlorure de sodium à 1,2 et 1 % retarde un peu la croissance du Blé.*

4° *Le chlorure de sodium à $\frac{1}{2}$ % est indifférent à la croissance du Blé.*

2° **Pois Prince Albert**. — Dans le tableau de la page 184 :

G indique, en centimètres, la longueur de la tige.

R indique, en centimètres, la longueur de la racine primaire.

Il y a ici un fait curieux à noter, bien qu'il ne se soit produit que dans cette expérience et non dans d'autres analogues. C'est que, le 3 décembre, la petite plante ayant poussé dans le chlorure de sodium à 1 % avait une fleur en bouton de 1/2 centimètre de long. Mais le 5 décembre, la plante s'est brusquement flétrie (peut-être par suite d'un accident) et la fleur n'a pu s'ouvrir. Ses radicelles n'avaient d'ailleurs que 1 à 2^{mm} de long et, comme la racine principale, étaient rougies à l'extrémité.

J'ai complété l'expérience précédente par la suivante (voir le tableau de la page 185).

DÉBUT DE L'EXPÉRIENCE : 23 OCTOBRE 1897

Proportion du chlorure de sodium	25 Octob.	27 Octobre	2 Novembre	6 Novembre	15 Novembre	2 Décembre	6 Décembre
2 °/₀	G. 2 R. 3	G. 2 R. 4	G. 2 R. 4	G. 2 R. 4	Mort		
1,8 °/₀	G. 2 R. 2	G. 2 1/2 R. 3	G. 2 1/2 R. 3	G. 2 1/2 R. 3	Mort		
1,6 °/₀	G. 2 R. 1	G. 2 R. 1 1/2	G. 3 1/2 R. 1	G. 4 R. 2	G. 6 R. 2	G. 12 R. 3 (Petites radicelles).	G. 13 R. 5
1,4 °/₀	G. 1 R. 1	G. 1 1/2 R. 1 1/2	G. 3 1/2 R. 1	G. 4 R. 2	G. 6 R. 2	G. 12 R. 3 (Petites radicelles).	G. 13 R. 4
1,2 °/₀	G. 2 R. 2	G. 3 R. 3	G. 6 R. 6 1/2	G. 7 R. 7 (Apparition de radicelles).	G. 8 R. 7 (Nombreuses radicelles).	G. 12 R. 10 (Petites radicelles).	G. 13 R. 11
1 °/₀	G. 2 R. 2	G. 3 R. 3	G. 6 R. 5	G. 7 R. 7 (Apparition de petites radicelles).	G. 8 R. 7 (Nombreuses radicelles).	G. 12 R. 12	G. 12 R. 12
1/2 °/₀	G. 3 R. 3	G. 6 1/2 R. 6	G. 11 R. 10 (Apparition de petites radicelles).	G. 11 R. 12 (Nombreuses radicelles).	G. 15 R. 15	G. 20 R. 18	G. 23 R. 20
Eau distillée	G. 3 R. 3	G. 6 1/2 R. 6	G. 11 R. 10 (Apparition de petites radicelles).	G. 11 R. 12 (Nombreuses radicelles).	G. 15 R. 15	G. 20 R. 18	G. 23 R. 20

Il résulte de ces deux séries d'expériences que (pour le Pois) :

1° *L'équivalent toxique du chlorure de sodium est 1,2.*

2° *Le chlorure de sodium à 1 °/o est très nuisible, presque toxique.*

DÉBUT DE L'EXPÉRIENCE : 11 OCTOBRE 1897

Proportion du chlorure de sodium	16 Octobre	23 Octobre	25 Octobre	27 Octobre	29 Octobre	2 Novemb.	15 Novemb.	3 Décemb.
1 °/o	G. 1/2 R. 2	G. 1 R. 4 (2 radicelles).	G. 1 1/2 R. 4	G. 1 1/2 R. 4	G. 2 R. 5	G. 2 R. 5	G. 2 1/2 R. 5	G. 10 R. 6
0,75 °/o	G. 1/2 R. 2	G. 2 R. 6 (7 radicelles).	G. 3 R. 7	G. 3 R. 7	G. 3 1/4 R. 7 1/2	G. 5 R. 10	G. 8 R. 10	G. 9 R. 10
0,50 °/o	G. 1/2 R. 2	G. 1 R. 6 (8 radicelles).	G. 4 R. 7	G. 4 R. 7	G. 4 R. 7 1/2	G. 5 R. 10	G. 6 R. 11	G. 7 R. 14
0.25 °/o	G. 1 R. 3	G. 4 R. 10 (15 radicelles).	G. 5 R. 12	G. 6 R. 15	G. 7 R. 15	G. 10 R. 15	G. 13 R. 15	G. 18 R. 16
Eau distillée	G. 1 R. 3	G. 4 R. 10 (15 radicelles).	G. 5 R. 12	G. 6 R. 15	G. 7 R. 15	G. 10 R. 15	G. 13 R. 15	G. 18 R. 17

3° *Le chlorure de sodium à 0,8 et 6 °/o retarde beaucoup la croissance.*

4° *Le chlorure de sodium à 0,5 °/o retarde un peu la croissance.*

5° *Le chlorure de sodium à 0,25 °/o paraît indifférent à la croissance.*

3° **Vesce**. — De plusieurs expériences, il est résulté que *l'équivalent toxique du chlorure de sodium* pour la Vesce *est de 1,1.*

4° **Lupin blanc** (voir le tableau de la page 186) :

Il résulte de cette série d'expériences que, pour le Lupin blanc :

1° *L'équivalent toxique du chlorure de sodium est de 1,2.*

2° *Le chlorure de sodium à 1 °/₀ est très nuisible, presque toxique.*

3° *Le chlorure de sodium à 0,8 et 0,6 °/₀ retarde sensiblement la croissance.*

DÉBUT DE L'EXPÉRIENCE : 4 DÉCEMBRE 1897

Proportion du chlorure de sodium	9 Décembre	13 Décembre	18 Décembre	22 Décembre	27 Décembre
1,5 °/₀	G. 1 R. 4	G. 1 1/4 R. 4	G. 2 R. 4	G. 2 R. 4	Mort
1,3 °/₀	G. 1/2 R. 2	G. 1 1/4 R. 4	G. 2 R. 4	G 2 R. 4	Mort
1,2 °/₀	G. 1 R. 4	G. 2 1/2 R. 5	G. 4 R. 6	G. 5 R. 6	G. 6 R. 6
1 °/₀	G. 2 R. 3	G. 2 1/2 R. 5	G. 4 R. 6	G. 6 R. 6	G. 8 R. 6
0,8 °/₀	G. 1 1/2 R. 5	G. 3 R 8	G. 5 R. 10	G. 8 R. 11	G. 9 R. 12
0,6 °/₀	G. 1 1/2 R. 5	G. 3 R. 8	G. 6 R. 12	G. 8 R. 12	G. 9 R. 13
Eau distillée	G 1 1/2 R. 10	G. 5 R. 12	G. 8 R. 20	G. 10 R. 21	G. 15 R. 22

5° **Maïs** (voir le tableau de la page 187) :

Il résulte de cette série d'expériences que, pour le Maïs :

1° *L'équivalent toxique du chlorure de sodium est de 1,4.*

2° *Le chlorure de sodium à 1,3 ; 1 et 0,8 °/o retarde beaucoup la croissance.*

3° *Le chlorure de à 0,6 °/o retarde un peu la croissance.*

DÉBUT DE L'EXPÉRIENCE : 11 DÉCEMBRE 1897

Proportion du chlorure de sodium	13 Décembre	18 Décembre	27 Décembre	31 Décembre	3 Janvier
2 °/o	G. 0 R. 1	G. 0 R. 1	Mort	Mort	Mort
1,5 °/o	G. 0 R. 2	G. 0 R. 2 1/2	Mort	Mort	Mort
1,3 °/o	G. 0 R. 2	G. 0 R. 3	G. 0 R. 4	G. 0 R. 5	Mort
1/2 °/o	G. 0 R. 1	G. 0 R. 2	G. 1/2 R. 2 1/2	G. 1/2 R. 3	Mort
1 °/o	G. 0 R. 4	G. 0 R. 4	G. 0 R. 6	G. 1/4 R. 6 1/4	G. 1/4 R. 6 1/2
0,8 °/o	G. 0 R. 2	G. 1 R. 4	G. 1 1/2 R. 6	G. 2 1/2 R. 6 1/4	G. 3 R. 6 1/2
0,6 °/o	G. 0 R. 2	G. 0 R. 6	G. 3 R. 10	G. 5 R. 15	G. 7 R. 15
Eau pure	G. 0 R. 2	G. 1 1/2 R. 10	G. 10 R. 15	G. 13 R. 20	G. 14 R. 21

Résumé. — Ce qu'il faut surtout retenir de ces expériences c'est que l'équivalent toxique du chlorure de sodium est de

1,8 pour le Blé ;
1,2 pour le Pois ;

1,1 pour la Vesce ;
1,2 pour le Lupin ;
1,4 pour le Maïs ;

DÉBUT DE L'EXPÉRIENCE : 11 DÉCEMBRE 1897

Proportion du chlorure de sodium	13 Décembre	18 Décembre	27 Décembre	31 Décembre	3 Janvier
2 °/.	G. 0 R. 1	Mort	Mort	Mort	Mort
1,5 °/.	G. 1/2 R. 1	G. 1/2 R. 1	Mort	Mort	Mort
1,4 °/o	G. 1/2 R. 1	G. 1/2 R. 1	G. 1 R. 1 1/2	Mort	Mort
1,3 °/o	G. 1/4 R. 1	G. 1/2 R. 3	G. 1/2 R. 4	G. 1/2 R. 4	G. 1 R. 5
1 °/o	G. 1/4 R. 1	G. 1/2 R. 5	G. 2 R. 7	G. 3 1/2 R. 9	G. 4 R. 10
0,8 °/o	G. 1/4 R. 1	G. 1/2 R. 4	G. 1 R. 6	G. 3 R. 9	G. 4 R. 11
0,6 °/o	G. 1/4 R. 1	G. 1 R. 5	G. 4 R. 10	G. 6 R. 12	G. 8 R. 13
Eau pure	G. 1/2 R. 2	G. 3 R. 6	G. 7 R. 10	G. 12 R. 12	G 14 R. 13

En somme, *pour les plantes ne croissant pas naturellement au bord de la mer, la toxicité moyenne du chlorure de sodium est d'environ 1,5 °/o.*

Nous venons de voir que la toxicité du sel marin pour la plupart des plantes est de 1,5 °/₀. Or, les eaux de la mer en contiennent environ 2,5 °/₀ et les terres qu'elles baignent sont encore plus salées. C'est ce qui explique la limite parfaitement tranchée qui sépare les flores marines et maritimes de la flore de l'intérieur du continent.

Ici, une question se pose (1). Les plantes de l'intérieur des terres que le hasard amène dans la zone salée meurent-elles seulement parce qu'il y a du chlorure de sodium ? Les autres corps qui se trouvent dans la mer n'agissent-ils pas aussi ?

Pour s'en convaincre, il suffit d'étudier la toxicité de ces derniers et notamment du *sulfate de magnésie* et du *chlorure de magnésium*, qui, en raison de leur proportion, sont évidemment les seuls pouvant agir. On trouve que la toxicité du premier est voisine du 1 °/₀ alors que sa proportion dans l'eau de mer n'est que de 0,75 °/₀. On voit aussi que la toxicité du chlorure de magnésium est voisine de 0,80 alors que sa proportion dans l'eau de mer n'est que d'environ 0,60 °/₀. Donc *l'eau de mer tue les plantes de l'intérieur des terres seulement par son chlorure de sodium et non par les autres sels qu'elle tient en dissolution* (2).

Autre question à résoudre : Quel est le degré de résistance des plantes marines aux sels en dissolution dans l'eau de mer ? Pour m'en rendre compte, n'ayant pas de graines, j'ai employé un moyen détourné qui peut permettre aussi d'étudier la toxicité des poisons, mais avec moins de précision que la méthode des cultures dans l'eau.

Il consiste à couper des branches bien vigoureuses du végétal à examiner et à laisser tremper la partie inférieure, bien sectionnée, dans une solution plus ou moins toxique. Celle-ci, aspirée par la transpiration, pénètre dans les vaisseaux et se répand dans tout le végétal.

---

(1) Ce paragraphe a été rédigé d'après les expériences faites au laboratoire de St-Vaast-la-Hougue, où M. le professeur Edmond Perrier a bien voulu m'admettre pendant plusieurs années et auquel j'adresse mes plus vifs remerciements.

(2) Il résulte de ce qui précède qu'on ne peut conserver les bouquets dans de l'eau de mer. Je me suis demandé de combien il fallait diluer cette dernière pour qu'elle soit susceptible de le faire. J'ai ainsi reconnu qu'à 100 centimètres cubes d'eau de mer, il fallait ajouter environ 200 centimètres cubes d'eau douce. A ce moment la proportion du sel marin est d'environ 1 0/0. C'est donc une confirmation de ce que nous venons de dire.

Dès lors, dans celui-ci, si la dose est toxique, on voit les feuilles et les fleurs se flétrir ou se dessécher et la tige s'affaisser si elle est herbacée. Avec de nombreuses plantes, j'ai vérifié qu'on obtenait le même chiffre de toxicité qu'avec les germinations, mais avec moins de précision. Quand, en effet, on est au voisinage de la dose toxique, on voit, parfois, quelques feuilles inférieures se flétrir, mais les feuilles supérieures restent vivantes. De sorte que l'on est souvent dans l'indécision. C'est ce qui m'a engagé à abandonner cette méthode que j'avais d'abord employée pendant plusieurs mois ; d'autre part, elle exige de rapporter au laboratoire des plantes cueillies dans les champs et qui, pendant le trajet, peuvent se détériorer, surtout pendant l'époque des chaleurs.

Pour le sujet qui nous occupe, cette méthode, ainsi qu'on va le voir, était d'autant plus suffisante qu'au laboratoire de St-Vaast-la-Hougue, où nous l'avons mise en œuvre, les plantes étaient placées, aussitôt cueillies, dans les solutions toxiques.

Voici les résultats obtenus avec du chlorure de sodium :

Beta maritima :

Mort dans une solution à 4 °/₀ ;
Assez bien portant dans une solution à 3 °/₀ ;
Bien portant dans une solution à 2,6 °/₀.

Atriplex hastata, var. *maritima* :

Mort dans une solution à 5 °/₀.
Assez bien portant dans une solution 4 °/₀.
Bien portant dans une solution à 3,5 °/₀.

Cakile maritima :

Mort dans une solution à 4 °/₀ ;
Assez bien portant dans une solution à 3 °/₀ ;
Bien portant dans une solution à 2,8 °/₀.

Ainsi, comme il y avait lieu de s'y attendre, les plantes maritimes résistent beaucoup plus que les autres à l'action du sel marin puisque leur dose toxique est d'environ 3 à 4 °/₀, mais *cette dose toxique est peu différente de la proportion où le chlorure de sodium existe dans la mer.*

Ce fait est intéressant à noter comparativement à ce qui se passe pour les autres sels de l'eau de mer.

En effet, pour le *Beta maritima*, l'*Atriplex hastata*, var. *maritima*, et le *Cakile maritima*, la dose toxique du sulfate de magnésie est d'environ 3 °/₀.

Pour les mêmes plantes, la dose toxique du chlorure de magnésium est d'environ 2,5 °/₀.

Ces chiffres sont, on le voit, très supérieurs à la proportion des mêmes sels dans l'eau de mer et à leur toxicité à l'égard des plantes non maritimes.

Nous conclurons donc que *les plantes maritimes sont adaptées presque exactement à la proportion du chlorure de sodium contenu dans l'eau de mer, mais qu'elles le sont beaucoup plus au sulfate de magnésie et au chlorure de magnésium.*

Autrement dit, les plantes maritimes mourraient si la proportion du sel marin augmentait un peu dans l'eau de mer ; mais elles résisteraient encore si la proportion du chlorure de magnésium devenait triple ou même quadruple (1).

---

(1) Travail du laboratoire de botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

NOTE SUR LA POLLINISATION DES CACTÉES

par **M. L. G. SEURAT.**

Les Cactées sont extrêmement abondantes sur les hauts plateaux du Mexique ; dans le vallée de Mexico, en particulier, on en trouve de nombreux représentants dans tous les endroits arides. La floraison a lieu en avril et mai.

Opuntia. — Nous avons eu l'occasion d'examiner de nombreuses fleurs de Nopal (*Opuntia Tuna*) ; voici ce que nous avons observé :

Dans une fleur épanouie, les étamines très nombreuses sont étalées, à une certaine distance du style et du stigmate ; ces étamines sont douées d'une mobilité très grande sous l'action d'une excitation mécanique : en touchant légèrement le filet dans sa partie interne, c'est-à-dire qui regarde le pistil, on voit au bout de peu de temps l'étamine se courber et se diriger, d'un mouvement d'abord lent, mais qui s'accélère, vers le style ou le stigmate ; si on a touché une étamine supérieure, c'est contre le stigmate que s'applique l'anthère ; si c'est une étamine placée inférieurement, c'est contre le style. Naturellement l'étamine imprègne de pollen le style ou le stigmate. J'ai noté 4 à 6 secondes entre le moment de l'excitation et l'instant où commence le mouvement ; dans les étamines périphériques, le retard est plus grand ; j'ai observé le phénomène sur des fleurs en place sur la plante, et sur des fleurs coupées et rapportées à la maison.

Dans aucun cas je n'ai vu les étamines se mouvoir sans avoir subi une excitation.

Si l'on examine une fleur d *Opuntia Tuna* sur le point d'éclore, il n'est pas rare d'y trouver une Abeille ; l'insecte entre en écartant les pétales et sort au bout de peu de temps pour aller sur une autre fleur. Les étamines sous l'action de cette excitation se rabattent sur le style et le stigmate ; on peut s'en rendre compte en examinant les choses sur une fleur qui vient d'éclore. D'ailleurs lorsque l'insecte pénètre dans la fleur, les étamines se rabattent sur lui et le couvrent de pollen.

La pollinisation de la plante est donc due à la mobilité extrême des étamines et à la visite de l'Insecte.

J'ai observé le même mouvement des étamines, lorsqu'on excite le style, dans la fleur d'une autre espèce, l'*Opuntia tunicata* (Abrojo).

Cereus. — Les fleurs très grandes, d'un blanc éclatant, ont un style très long, dont les branches stigmatiques sont à un niveau supérieur à l'anthère la plus élevée. De plus l'excitation des étamines, faible ou violente, ne produit aucun résultat : l'étamine reste immobile. La pollinisation se fait donc par le secours des insectes. Voici ce que j'ai observé : la fleur s'épanouit et ne tarde pas à se fermer (12 heures environ après l'épanouissement). Elle paraît alors flétrie. La fermeture des pétales a rejeté les étamines au centre de la fleur et c'est probablement à ce moment que se fait le dépôt du pollen sur le stigmate et le style ; d'ailleurs un grand nombre de petits Diptères enfermés dans la fleur lors de sa fermeture doivent également jouer un rôle dans le transport du pollen.

Il y a donc une différence absolue entre la pollinisation chez les *Opuntia* et la pollinisation chez les *Cereus*. Dans les *Opuntia*, l'insecte est nécessaire au transport du pollen, la fleur reste longtemps épanouie; dans les *Cereus*, au contraire, le rôle de l'insecte, s'il existe, est plutôt secondaire; de plus la fleur ne reste épanouie que pendant un temps relativement court. C'est sur cette différence que nous attirons l'attention.

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par Ch. **DASSONVILLE** *(Suite)*

II. — ACTION DU PHOSPHATE DE POTASSE SUIVANT LES DOSES (DÉTERMINATION DE L'OPTIMUM DE CE SEL)

30 mars. 12 grains sont semés dans des solutions nutritives renfermant respectivement $\frac{0.125}{1000}$, $\frac{0.250}{1000}$ (liqueur de Knop), $\frac{0.500}{1000}$ de phosphate de potasse.

Le *11 mai*, les comparaisons donnent les résultats suivants :

	SOL. $\frac{0.125}{1000}$	SOL. $\frac{0.250}{1000}$	SOL. $\frac{0.500}{1000}$
Longueur des racines	4 cent.	6 cent.	20 cent.

Ce qui exprime un fait déjà énoncé : *le phosphate de potasse favorise le développement des racines en longueur.*

Les dimensions de la tige et des feuilles montrent des différences analogues, mais moins considérables.

La marche de la végétation s'est maintenue dans ce sens ; mais le *30 mai*, les deux premières cultures ont versé ; la troisième a poursuivi son évolution et a donné des fleurs réduites à leurs glumelles.

La longueur des racines est :

Sol. à $\frac{0.125}{1000}$	4 cent.
Sol. à $\frac{0.250}{1000}$	8 cent.
Sol. à $\frac{0.500}{1000}$	22 cent.

Dans les conditions de l'expérience, la dose $\frac{0.500}{1000}$ a donc été la plus favorable. Il est vraisemblable que la dose optima véritable est plus élevée et il y aurait lieu de recommencer l'expérience en faisant varier ce sel dans de plus larges limites.

MORPHOLOGIE INTERNE

J'étudierai l'action de ce sel sur la structure en comparant les plantes nées dans la solution $\frac{0.500}{1000}$ à celles de la solution de Knop.

1° **Racine.** — a. *Solution de Knop.* (Voir page 64 et fig. 43, Pl. 8).

b. *Solution avec* $\frac{0.500}{1000}$ *de phosphate de potasse.*

Le diamètre de la racine est diminué (comparer fig. 43 et fig. 44, Pl. 8). La concentration du phosphate a pour effet de lignifier tous les éléments du cylindre central, à l'exception du péricycle et du liber.

Les vaisseaux sont fortement lignifiés, aussi bien ceux du centre que ceux qui s'appuient sur l'endoderme.

L'écorce n'a pas de lacunes ; elle ne présente pas trace de lignification. Les poils absorbants sont nombreux.

En résumé, l'augmentation de la dose du phosphate, dans la liqueur de Knop, *réduit le diamètre de la racine, lignifie le cylindre central, empêche la formation des lacunes dans l'écorce et augmente le nombre des poils absorbants.*

2° **Tige.** A. 2me *Entre-nœud inférieur. 60me jour.*

a. Sol. $\frac{0.250}{1000}$ (Voir page 65 et fig. 48, Pl. 8).

b. Sol. $\frac{0.500}{1000}$ (Fig. 49, Pl. 8). L'augmentation de la dose du phosphate a diminué de moitié le diamètre de l'entre-nœud. La moelle persiste en partie.

Le méristème vasculaire forme un anneau de cellules très petites et très fortement lignifiées (*lig.*) qui réunit, sur un même cercle extérieur, un grand nombre de faisceaux (18). Le cercle intérieur ne possède que cinq faisceaux qui se relient au cercle extérieur par des cellules très lignifiées.

Cette disposition établit un appareil de soutien très important. L'écorce est relativement très développée. Elle possède trois ou quatre rangées de cellules à paroi mince. L'épiderme est peu épaissi.

La comparaison des figures 48 et 49 (Pl. 8) montre que :

Quand on porte au double la dose d'acide phosphorique de la solution de Knop, le nombre des assises de l'écorce de la base de la tige *est augmenté ; le méristème vasculaire se lignifie très fortement et forme dans l'épaisseur de l'organe un support très résistant.*

Les plantes dont nous venons de comparer la structure ont été soumises à des conditions qui ne différaient que par la dose du phosphate de potasse contenu dans le milieu ;

Elles ont versé en présence des doses faibles et ont présenté à la base de leur tige une structure pauvre en éléments lignifiés ;

Elles sont restées parfaitement droites avec une structure très riche en éléments de soutien, en présence des doses élevées.

On peut donc conclure :

Le phosphate de potasse à dose concentrée (0 gr. 500 par litre) empêche la verse du Blé par la lignification qu'il provoque au niveau des entre-nœuds inférieurs de la tige. Cette lignification s'observe également dans le cylindre central de la racine.

B. *3^{me} entrenœud supérieur.* (Sol. $\frac{0.500}{1000}$). A ce niveau, le méristème vasculaire ne présente pas trace de lignification (fig. 50, Pl. 8). Il existe un cercle intérieur de 18 faisceaux. Les vaisseaux de disposition tangentielle restent minces comme à la base de la tige dans la solution de Knop.

Un deuxième rang extérieur de faisceaux s'appuie, à la périphérie, contre l'avant-dernière assise, réduisant l'écorce à une seule rangée de cellules.

Tout le tissu compris entre ces deux cercles de faisceaux est parenchymateux, à grandes cellules analogues à celles de la moelle.

Les coupes ont une analogie frappante avec celles de la tige des plantes qui ont vécu dans un milieu moins riche en acide phosphorique.

Or, on sait, par les travaux de Garreau, Corenwinder, de MM. I. Pierre, Leplay, Berthelot et André, que le phosphore ne s'accumule dans les régions supérieures que vers la fin de la végétation.

Il est intéressant de constater, ici, que c'est dans les régions où, d'après ces auteurs, l'analyse révèle la plus forte quantité de phosphore, que nous constatons une forte lignification ; tandis que, dans les parties supérieures, encore pauvres en phosphore, la lignification est très faible.

III. — ACTION DU SILICATE DE POTASSE. OPTIMUM DE CE SEL.

(*30 mars*). J'ai comparé des cultures de blé poussant dans une solution de Knop ayant $\frac{0.500}{1000}$ de phosphate de potasse du Blé cultivé dans la même liqueur additionnée de silicate de potasse aux doses respectives de 0$^{gr.}$5, 1$^{gr.}$, 2$^{gr.}$ par litre.

MORPHOLOGIE EXTERNE

Au début, la croissance des racines est maxima à la dose de 0$^{gr.}$5. A 2$^{gr.}$/1000, les racines sont sensiblement moins développées que dans la solution privée de silice.

Le développement des organes aériens suit un ordre inverse (1).

(*30 mai*). Le développement des racines est sensiblement proportionnel aux doses de silice.

Les tiges ont les dimensions suivantes :

SANS SILICATE	SILICATE 0gr.5/1000	SILICATE 1/1000	SILICATE 2/1000
0,22	0,28	0,32	0,40

La coloration va progressivement du jaune-vert au vert-foncé. de la solution sans silice à la liqueur concentrée en ce sel.

Les tiges sont rigides. Elles n'ont pas versé ; mais les limbes luisants des feuilles inférieures forment, avec la tige, des angles très aigus, comme si elles avaient fléchi sous l'action d'un poids trop lourd.

Les plantes portent des fleurs avortées.

Ces expériences ne permettent pas de conclure au rôle de la silice sur le maintien de la verticalité, puisque les solutions contenaient du phosphate de potasse à dose suffisante pour empêcher la verse. Elles expriment seulement que, dans les conditions de l'expérience, *le silicate de potasse est favorable à la croissance de la plante.*

---

(1) Bien que ces effets ne conduisent à aucune conclusion, je crois cependant devoir les signaler parce qu'ils se sont montrés constants et très nets dans toutes les cultures.

MORPHOLOGIE INTERNE

1° **Tige.** — En présence du silicate de potasse à 2/1000, la structure du 2me entre-nœud inférieur de la tige est absolument la même qu'en l'absence de silice (fig. 49, Pl. 8).

Au niveau du 3me entre-nœud supérieur, les coupes montrent une lignification intense (fig. 51, Pl. 8), alors qu'en l'absence de silice (1) (fig. 50, Pl. 8), tous les tissus restent parenchymateux.

L'épiderme est fortement cutinisé. Les deux assises qui lui sont sous-jacentes sont très lignifiées ; leurs cellules restent petites.

Les éléments du méristème vasculaire sont larges, comme en l'absence du silicate, mais les faisceaux se relient à la périphérie par des cellules qui prennent énergiquement le vert d'iode.

Les assises-limite et les vaisseaux sont fortement lignifiés.

2° **Feuille.** En l'absence du silicate, le tissu hypodermique est très réduit, comme dans la solution normale de Knop. L'excès de phosphate de potasse augmente seulement le nombre de nervures.

Quand la silice entre dans le liquide nutritif pour la proportion 2/1000, le tissu hypodermique est très abondant, très lignifié. Il relie toutes les nervures, même les plus petites, aux deux épidermes par une bande épaisse.

Les poils sont abondants.

CONCLUSION. — *Le silicate de potasse favorise la croissance de la plante. A dose de 2 gr. par litre, il n'a pas d'action sur la structure de la base de la tige ; mais il lignifie très énergiquement les éléments périphériques du sommet de cet organe et le tissu hypodermique de la feuille.*

IV. ACTION DU NITRATE DE POTASSE.

Recherche de l'optimum.

J'ai étudié cette action dans des milieux nutritifs contenant respectivement 0 gr. 125 — 0 gr. 250 — 0 gr. 500 — 1 gr. de nitrate de potasse.

---

(1) Voir page 120, la structure comparable.

1° **Racine.** *40me jour* : Les racines sont abondamment pourvues de poils absorbants dans les trois premières cultures. Elles ont comme longueur :

Dose 0 gr. 125	0 m. 15
0 » 250	0 » 12
0 » 500	0 » 8
1 » 000	0 » 8

60me jour (30 mai), elles mesurent :

Dose 0 gr. 125	0 m. 20
0 » 250	0 » 18
0 » 500	0 » 10
1 » 000	0 » 15

A cette dernière dose ($\frac{1}{1000}$), leur diamètre est extrêmement faible ; les racines sont filiformes dans toute l'acception du mot.

Le nombre de ces organes va décroissant avec le degré de concentration de la solution en nitrate.

CONCLUSION. — *Le développement des racines est inversement proportionnel à la dose du nitrate de potasse.*

2° **Organes aériens.** — Les résultats sont résumés dans le tableau suivant (1) :

DOSES	LONGUEUR DES TIGES		NOMBRE DES FEUILLES 60e jour	COULEUR DES FEUILLES 60e jour
	40e jour	60e jour		
0gr.125	0m30	0m35	6	Étiolées
0,250	0,30 (2)	0,33 (3)	6 ou 5	Vert tirant sur le jaune.
0,500	0,20	0,25	5 ou 4	
1,000	0,15	0,17	4	Vert franc.

Vers le 60e jour, les tiges avaient versé, dans les solutions à 0.125 et 0.250.

Leur base fléchissait manifestement à la dose 0.500. Les plantes restaient droites à la dose 1/1000.

---

(1) Les mesures ont été prises du premier entre-nœud inférieur à la ligule de la plus jeune des feuilles étalées.

(2), (3) Ces chiffres ne sont pas exactement les mêmes que ceux des expériences précédentes. Il convient de remarquer qu'il s'agit d'une série à part et qui n'était pas soumise au même éclairage.

On voit, par ces données, que *le développement de tous les organes est inversement proportionnel aux doses de nitrate de potasse employé.*

La verse s'est manifestée d'abord chez les plantes les mieux développées, ce qui s'explique par le poids plus considérable de leurs organes feuillés.

A la dose de 1/1000 les plantes n'ont pas versé et ont achevé leur évolution ; elles ont donné des fleurs avortées, réduites aux glumelles. Mais leurs tiges sont restées très courtes, grêles, et n'ont jamais dépassé 0^m20 ; les racines, filiformes, atteignent au maximum 0^m17.

Il est vraisemblable qu'à cette dose, les plantes n'ont pas versé, malgré la grande quantité de potasse contenue dans le milieu, parce que la forte dose de nitrate a eu pour effet de diminuer d'une façon notable le poids de la tige.

Observation. — L'action nuisible du nitrate de potasse que j'ai constatée dans ces cultures est en désaccord avec les faits généralement admis et en particulier avec ceux qui ont été relatés par M. Is. Pierre.

Mais, il convient de remarquer que ce savant faisait ses expériences en milieux solides, non définis ; par suite, on ne saurait affirmer que ses résultats ne sont pas dus aussi bien à une influence des nitrates sur le sol qu'à une action directe du nitrate de potasse sur la plante.

Le point de vue auquel je me place est par conséquent tout différent du sien et nos conclusions peuvent être opposées sans qu'il y ait contradiction véritable.

MORPHOLOGIE INTERNE.

Les caractères généraux de la structure sont les mêmes quelle que soit la quantité du nitrate contenu dans la culture. C'est celle de la solution de Knop. A la dose maxima, on observe seulement une diminution de volume des éléments. On peut donc dire que le maintien de la verticalité est dû à l'arrêt de développement causé par la proportion trop forte de nitrate de potasse.

(A suivre).

REVUE DE TRAVAUX DIVERS DE BOTANIQUE

I. — Botanique historique et philologique.

Les renseignements historiques relatifs à la Botanique ou aux botanistes ne sont jamais dépourvus d'intérêt. Mentionnons donc quelques publications sur ce sujet :

Pendant longtemps les naturalistes se sont contentés de décrire ou de figurer les plantes sans les conserver. A qui est dû le premier herbier ? D'après les recherches de M. Jean Camus (1) ce serait à un Anglais, Jean Falconer, qui a voyagé en Italie. L'herbier daterait de 1523. Ce botaniste eut des imitateurs : Aldrovandi avait réuni 5000 plantes. Un herbier de Cesalpino (1563) est conservé au Musée d'Histoire naturelle de Florence. Bientôt les naturalistes qui avaient des relations entre eux se livrèrent à des échanges et la coutume de dessécher et de conserver les plantes devint alors générale.

M. John Briquet a publié (2) une note sur l'herbier Delessert et le jardin botanique de Genève.

M. Gérard (3) fait revivre le souvenir des anciens botanistes de la région lyonnaise, Claret de la Tourette, l'abbé Rozier, la famille de Jussieu, etc. Puis il esquisse l'histoire complète du jardin botanique de la ville de Lyon depuis sa fondation par Jean-Emmanuel Gilibert au dix-huitième siècle.

En 1896 est mort J. Lloyd, si connu par sa Flore de l'Ouest ; une excellente monographie publiée par M. Gadeceau (3) fait ressortir tout ce qu'il y a de personnel dans l'œuvre de ce botaniste.

On sait qu'Hippolyte Rodin a publié une Esquisse de la végétation du département de Seine-et-Oise. Ce premier travail a été complété par une publication qui est restée longtemps inconnue parce qu'elle a paru dans un recueil de province, qui contient naturellement peu de botanique : c'est le Bulletin de la Société académique d'archéologie, sciences et arts du département de l'Oise. Ces notes de Rodin ont paru de 1863 à 1876 et il faut savoir gré à MM. J. Camus et Janpert de nous avoir fait connaître cette œuvre (4).

---

(1) Historique des premiers herbiers.

(2) Notice sur l'état actuel de l'herbier Delessert et du Jardin botanique de Genève (Bulletin de l'herbier Boissier, vol. IV, 1896).

(3) Notice sur la vie et les travaux de J. Lloyd.

(4) Une œuvre peu connue d'Hippolyte Rodin (Journal de Botanique).

Un travail peu connu également est celui du botaniste Villars intitulé « *Travail sur les plantes sauvages utiles* ». M. Chabert nous fait connaître ce travail dans une intéressante brochure (1).

Villars avait été chargé de propager la connaissance des plantes sauvages utiles, principalement des plantes alimentaires. Pour exciter à la consommation de ces plantes, Villars avait trouvé cet argument : « Le peuple français, fier et courageux, puisqu'il a reconquis sa liberté, ne voudra sûrement pas être esclave du pain ». Les Mousses sont destinées d'autre part à un usage bien remarquable : « Les Mousses pourraient être considérées comme une espèce de laine végétale, propre à servir de lit aux républicains »

Cet opuscule causa à Villars bien des soucis. D'abord le Directoire du département de l'Isère lui fit remarquer que sa préface était trop scientifique et serait difficilement comprise des « sans-culottes de la campagne ».

Puis l'ouvrage lui-même fut mal interprété ; les sans-culottes de la ville, et même les citoyennes, jugèrent que Villars avait eu l'intention de les priver de pain, et sa vie fut un instant menacée.

Ajoutons que parmi les plantes dont Villars recommandait l'usage plusieurs étaient peu recommandables. Il conseille, par exemple, les jeunes feuilles du *Cirstium arvense*, les feuilles tendres et les jeunes pousses de la Vigne, les racines d'*Arum*. Aucun lecteur, je crois, n'aura l'intention d'essayer de ces mets. Bien plus, citons encore le rhizome du Liseron des champs, et surtout le rhizome de la Bryone qui, s'ils ne sont pas vénéneux, ont cependant un effet purgatif bien connu.

L'orage passa, et Villars eut sans doute à constater que ses conseils restaient méconnus, et qu'aucun de ses compatriotes n'avait perdu le goût du pain.

Un autre genre de questions qui a aussi son intérêt à la fois botanique et historique, c'est ce qui concerne les noms de plantes. On connaît l'énergique et persévérante campagne entreprise par M. de Saint-Lager contre les dénominations défectueuses dues à de fausses notions historiques, géographiques ou grammaticales. Dans un récent opuscule (2) l'auteur attaque le nom de *Vaccinium Vitis idæa* donné à une espèce d'Airelle.

Les anciens, en effet, nous dit M. de S^{t}-Lager, ont donné fréquemment le nom de *Vitis* à des plantes qui n'avaient avec la Vigne qu'une certaine ressemblance extérieure, parfois même assez faible, par exemple au Houblon, à la Clématite, à la Douce amère. Puis le nom de *Vitis idæa* accompagné de quelques qualificatifs indiquant généralement la couleur du fruit de la plante a été donné à des plantes diverses et, en particulier à des *Vaccinium*. C'est à un *Vaccinium* que Linné a donné le nom spécifique de *Vitis idæa* sous lequel cette plante est actuellement désignée. Malheureusement le *Vaccinium Vitis idæa* de Linné est une Airelle à fruit rouge, et la seule Airelle poussant sur le mont Ida a des fruits noirs. Le nom spécifique de la plante de Linné est donc défectueux à tout point de vue.

---

(1) Villars sous la Terreur (Bulletin de l'Herbier Boissier, Vol. V, 1897).

(2) La Vigne du Mont Ida et le *Vaccinium*.

Quel nom pourrait-on lui donner ? M. de S^t-Lager étudie alors quelle est la plante que les poètes latins, Virgile, Ovide, etc., ont désignée sous le nom de *Vaccinium*. D'une savante dissertation linguistique, dans les détails de laquelle nous n'entrerons pas, l'auteur conclut que ce nom désigne une Jacinthe de couleur foncée dont les fleurs servaient à teindre en pourpre les étoffes. Rien de commun par conséquent entre le *Vaccinium* de Virgile et les Airelles.

Pour désigner ces dernières M. de S^t-Lager propose le nom générique de *Myrtillus*, que l'on trouve déjà chez plusieurs naturalistes de l'antiquité. Il n'a pas grand espoir de faire triompher pratiquement son opinion. Mais il demande au moins que l'on cesse de désigner par le nom de *Vitis idæa* une Airelle à fruits rouges, alors que celle du Mont Ida est à fruits noirs. Cette dernière pourrait être dénommée *Vaccinium rubrum*, désignation qui lui a été très anciennement donnée.

Se rangera-t-on à l'avis de M. de S^t-Lager, même avec la concession qu'il fait relativement au nom *Vaccinium* ? La chose nous paraît peu probable. Les changements proposés pour les noms de plantes par ce savant sont extrêmement nombreux, et souvent fort justifiés; ils sont trop. Au point de vue du succès, E. de S^t-Lager a le grand tort d'avoir trop raison.

Dans une autre brochure (1), M. de S^t-Lager montre que les botanistes ont changé le genre grammatical de beaucoup de noms de plantes. En cela ils sont un peu excusables, car ils n'ont parfois fait que se fier à des lexicographes ; mais M. de S^t-Lager fait le procès de ces derniers, et, avec raison, nous semble-t-il, d'après sa savante dissertation. Des noms tels que *Tragopogon*, *Styrax*, etc., considérés parfois comme neutres, doivent être masculins ; les mots *Stachys*, *Orchis*, etc., sont masculins et non féminins, etc.

L'auteur fait ensuite l'histoire du genre *Nardus*. Pour les médecins, les naturalistes de l'antiquité, ce nom désigne plusieurs plantes dont la racine très odorante servait à fabriquer des parfums, et qui appartiennent principalement au genre *Valériana*. On a parfois donné aussi ce nom à des *Andropogon*. C'est plus tard seulement que le mot *Nardus* a servi à désigner un autre genre de Graminées. Linné a eu tort d'adopter cette façon d'agir. Avoir été employé pour désigner les plantes qui fournissaient ces parfums chantés par tous les poètes de l'antiquité, et servir actuellement de nom à une plante dure, sèche, dont les bestiaux eux-mêmes ne veulent pas, quelle grandeur et quelle décadence pour ce mot *Nardus !* C'est cette réflexion qui a inspiré à M. de S^t-Lager le titre de sa brochure (1).

---

(1) Grandeur et décadence du Nard. Paris 1897.

Si les études philologiques peuvent être utiles pour résoudre certaines questions botaniques, inversement la Botanique peut servir à donner une réponse à des questions posées par d'autres sciences.

Ainsi, pendant longtemps, l'on a été peu fixé sur les relations qui pouvaient exister entre l'Egypte durant les premières dynasties de ses rois et les contrées voisines, l'Asie en particulier.

Récemment M. Beauvisage (1) a examiné du bois de cercueils pharaoniques. Les cercueils dont il est question ici remontent au moins à la XII^e^ dynastie, sinon à une dynastie antérieure, c'est-àdire au moins à 2480 ans avant l'ère chrétienne. Or, l'examen histologique a fait connaître, sans le moindre doute, que le cercueil étudié était du bois d'If. Or l'If ne pousse pas en Egypte ; il y avait donc déjà à cette époque reculée des relations commerciales entre l'Egypte et l'Asie Mineure. Cet argument vient s'ajouter à ceux empruntés à d'autres ordres d'idées pour démontrer que de telles relations existaient à une époque bien antérieure à celle à laquelle, pendant longtemps, on les a fait commencer.

II. — Botanique pittoresque

Il n'est guère de région un peu étendue qui ne possède ce que l'on peut appeler des curiosités botaniques, telles que par exemple des arbres remarquables par leur âge, leur taille, etc. Il est intéressant de faire connaître ces curiosités. M. Gadeau de Kerville s'en est occupé pour la Normandie (2). L'auteur a réuni tous les renseignements historiques et botaniques concernant des arbres intéressants de Normandie ; il a précisé autant que possible leur âge, leur taille, etc., et, chose précieuse, il en a donné des photographies. Grâce à lui, par conséquent, ces arbres ne mourront jamais tout entiers.

C'est ainsi qu'il décrit, entre autres, le Chêne-Chapelle d'Allouville (Seine-Inférieure), creux sur une assez grande hauteur, ce qui a permis de bâtir à son intérieur deux chapelles superposées ; cet arbre a de 800 à 900 ans. Dans le parc de Barville (Eure), un Epicéa a marcotté ses branches inférieures, de sorte qu'il apparaît comme le père vénérable d'une quinzaine d'arbres qui l'entourent. Dans un Chêne, à la Haye de Routot (Eure), qui doit avoir environ 1500 ans, on a pu également construire une chapelle. M. de Kerville, outre une série d'arbres isolés, décrit, dans la même brochure, deux plantations extrêmement remarquables. Dans le parc de Limésy (Seine-Inférieure), une pelouse ayant plus de 300 mètres de tour est entouré d'une ceinture de 67 Epicéas de la plus belle venue ; les plus anciens ont environ 115 ans et plusieurs ont de 30 à 35 mètres de hauteur. Dans le même parc, une avenue de 278 mètres de longueur est bordée de 143 Epicéas âgés d'environ 80 ans et dont beaucoup ont au moins 25 mètres de hauteur.

---

(1) Cercueils pharaoniques en bois d'If. — Recherches sur quelques bois pharaoniques (Recueil de travaux relatifs à la philologie et à l'archéologie égyptiennes et assyriennes).

(2) Les vieux arbres de la Normandie (Bulletin de la Société des Amis des Sciences de Rouen, 1890).

Il serait à désirer que l'on fît connaître ainsi les arbres intéressants à divers titres des diverses régions de la France.

M. **Magnin** nous fait connaître des curiosités botaniques d'un autre genre. Il s'agit de plantes qui, habituellement, poussent à terre, dans les conditions ordinaires, mais qui viennent parfois sur des arbres (1).

Sur des Saules têtards, situés çà et là dans la région lyonnaise, M. Magnin a compté 85 espèces de plantes appartenant à 71 genres différents et à 34 familles. Ce sont des *Geranium*, des *Achillea*, des *Polypodium*, des *Lamium*, des *Asparagus*, des *Polygonatum*, etc. Il n'y a pas que des plantes herbacées. M. Magnin cite : *Ribes, Lonicera Xylosteum*, *Cornus sanguinea*, *Alnus glutinosa*, un *Rhamnus catharticus* de $2^{m}50$ de hauteur, un *Morus* de 4 à 5 ans, etc. Dans la plupart des cas le Saule est creux et les racines de la plante étrangère descendent par la cavité jusqu'au sol ; mais souvent les racines supérieures se ramifient dans le bois pourri du Saule et sans doute y vivent en parasites.

Parmi les arbres d'autres espèces pouvant aussi porter une petite Flore, M. Magnin cite des Frênes, des Sapins, des Peupliers, des Tilleuls. Sur ces derniers, à Pontarlier, il s'est installé une végétation qui commence à la hauteur de 3 mètres et s'élève jusqu'à 15 mètres.

M. Magnin termine en donnant la liste complète des plantes jusqu'ici observées dans ce genre bizarre de station, soit par lui-même, soit par d'autres botanistes.

Cinq planches annexées à la brochure reproduisent quelques-unes des plus curieuses associations d'arbres observées par M. Magnin.

Il y a quelques années M. de Lapparent nous a appris qu'on pourrait faire de la géologie en chemin de fer. Dans un récent opuscule (2) M. Gaston **Bonnier** fait voir que l'on peut également s'occuper de Botanique. Dans le premier cas on ne recueille évidemment ni roches ni fossiles ; mais on peut se rendre compte des terrains que l'on traverse et s'expliquer la configuration du pays parcouru. De même il serait difficile de récolter des plantes, mais on peut constater quelques faits importants touchant à la répartition des plantes soit en altitude, soit en latitude.

Le trajet dont M. Bonnier donne la description a été heureusement choisi : il est situé sur la ligne de Grenoble à Aix, limité aux stations de Monestier de Clermont au Nord et de Sisteron au Sud. Dans une première partie du trajet, le voyageur monte jusqu'à la Luz-la-Croix-Haute ; dans la seconde il redescend en s'avançant en même temps vers le Sud. Aussi peut-on constater une succession intéressante de végétations.

---

(1) Florure adventice des Saules têtards de la région lyonnaise, 1895.

(2) La Botanique en chemin de fer (Grenoble ; X. Drevet, éditeur ; 1897).

A Monestier de Clermont on est à 83o mètres d'altitude et au-dessous de ce qu'on appelle la zone subalpine ; les plantes que l'on aperçoit sont l'*Hippophae rhamnoides*, le *Calamagrostis argentea*, le *Cirsium ferox ;* sur les collines qui dominent la voie sont des forêts d'*Abies pectinata*. Au loin, en regardant à gauche, on aperçoit la chaîne de l'Obiou où l'on peut distinguer aisément la zone subalpine avec ses Hêtres, ses Sapins, la zone alpine inférieure avec ses pâturages situés au-dessus des forêts, la zone alpine supérieure riche en Rhododendrons et couronnée par les névés.

C'est près de la station de Chabulières que le train, montant progressivement, atteint la zone subalpine ; et là un fait est intéressant à constater ; tantôt on est nettement dans cette zone, tantôt on pourrait croire que l'on est redescendu à la zone précédente ; et l'on se trouve plusieurs fois alternativement dans l'une et dans l'autre. A quoi cela tient-il ? C'est que la ligne de séparation de ces deux zones n'est pas horizontale ; elle est ondulée ; elle se relève sur les flancs bombés des pentes, et au contraire, dans les vallées secondaires où la neige reste plus longtemps, où la température est moins élevée, cette ligne s'abaisse, de sorte que le tracé du chemin de fer montant régulièrement se trouve tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de cette ligne de séparation.

A Saint-Maurice-en-Trièves on est nettement dans la zone subalpine et l'on aperçoit une plante caractéristique de cette zone, la Gentiane jaune. Par endroits, on peut voir de la fenêtre du wagon deux pentes opposées, tournées, l'une vers le Nord, l'autre vers le Sud, et le fait se traduit par deux végétations arborescentes différentes : sur la première, des Sapins ; sur la seconde, des Buis, des Noisetiers.

On monte encore et l'on se trouve dans les pâturages situés au-dessus des forêts. Enfin on arrive au Col de la Croix-Haute, à une altitude de 1167 mètres.

A partir de cet endroit on va redescendre et, d'une façon générale, on va revoir ce que l'on a déjà vu, mais en sens inverse. Mais il y a des différences intéressantes à noter. Ainsi l'on se trouve alors à descendre des pentes exposées au Midi ; aussi la zone subalpine existe à peine; on constate que les Noyers montent à une altitude plus élevée que sur le versant Nord. Cependant la vue de Hêtres peu élevés, de Genévriers aplatis dénote encore une forte altitude. Dans cette région la plante qui fait le fond de la végétation est le *Genista cinerea*.

On continue à descendre et bientôt l'on retrouve les plantes vues au départ de Moustier : le *Calamogrostis argentea*, etc. A Aspres sur Buech, à une hauteur de 770 mètres, l'étude de la flore de montagne est achevée. Maintenant, en s'avançant vers Sisteron, c'est la flore méditerranéenne qui va s'annoncer.

A la station du Pont de Chalestan on voit quelques Chênes verts, des *Thymus vulgaris ;* à la station de Serres, quoique encore à 660 m. d'altitude, on rencontre l'*Iberis linifolia*, le *Scabiosa leucantha*. Partout dans les champs on voit des Amandiers; le nombre des espèces méditerranéennes va en augmentant, et en poussant un peu au-delà de Sisteron on arriverait aux Oliviers.

On voit, d'après ce résumé, combien on peut faire d'observations botaniques intéressantes du fond d'un compartiment de chemin de fer. Ajoutons qu'un simple coup d'œil permet souvent de se rendre compte d'un fait et que dès lors le temps ne manque pas pour s'occuper à la fois de Botanique et de Géologie; outre les faits que l'on pourra constater relativement à chacune de ces sciences prise isolément, on en observera d'autres ayant trait aux relations qui peuvent exister entre la nature du terrain et la répartition des plantes, et c'est sans fatigue que l'on aura transformé un voyage fastidieux en agréable passe-temps.

III. — BOTANIQUE AGRICOLE

Le Département de l'Agriculture des Etats-Unis publie une foule de travaux dont la plupart ont un grand intérêt pratique :

M. **Lamson-Scribner** est l'auteur d'un Atlas représentant les principales Graminées américaines (1). Chaque espèce est indiquée avec son port et quelques détails de son épillet, de sa graine s'il y a lieu. Au-dessous de la figure une courte notice donne les caractères essentiels de l'espèce et l'indication de la région et de la saison où l'on trouve la plante.

M. **Vasey** (2) a fait un travail du même genre pour les Graminées d'une région plus limitée : la Californie. l'Orégon, le Texas et l'Arizona. Le même auteur s'est occupé en outre (3) de Graminées et autres plantes fourragères étrangères et introduites aux Etats-Unis. Un appendice dû à M. **Richardson** donne la composition chimique d'un grand nombre d'espèces.

M. **Pammel** a publié diverses notes sur les Graminées et les plantes fourragères des Etats d'Iowa, du Nebraska et du Colorado (4).

Un travail publié également par le Département de l'Agriculture et dû à M. **Merton B. Waite**, contient les résultats très intéressants d'expériences faites sur des fécondations artificielles des fleurs de poiriers. L'auteur a comparé des fruits et des pépins provenant de fleurs fécondées par le pollen de fleurs de la même variété avec ceux de fleurs fécondées par un pollen d'une autre variété. Mentionnons par exemple le tableau suivant tiré de ce travail :

---

(1) American grasses. Washington, 1897.

(2) Grasses of the Pacific slop, including Alaska and the adjacent Islands.

(3) The agricultural grasses and forage plants of the United states and such foreign as have been introduced.

(4) Notes of the grasses and forage plants of the Iowa, Nebraska and Colorado.

Fleur de poire Bartlett fécondée par du pollen de la variété	Poids du fruit gr.	Poids du pépin gr.
Poire Bartlett (autofécondation)	100,40	0,07
Poire d'Anjou	116,1	0,38
Poire castor	167,7	0,38
Poire d'Angoulême	133,6	0,30
Poire doyenne blanche	89,4	0,27
Poire clapps favorite	114,2	0,32

On voit qu'il y a déjà de grandes différences entre les fruits qui, en général, sont plus lourds quand il y a eu fécondation croisée que dans le cas d'autofécondation. Le même résultat est surtout marqué pour les pépins qui sont extrêmement réduits lors de l'autofécondation et atteignent un poids quatre et cinq fois plus considérable lors de la fécondation croisée. Cette dernière opération favorise donc encore plus la graine que le fruit. On voit en outre quels sont les croisements les plus favorables.

L'Université de Pensylvanie a fait publier, il y a quelques années, un travail très complet sur le Maïs, dû à M. Harshberger (1). Cette plante est étudiée d'abord au point de vue botanique et historique, puis au point de vue actuel et pratique. L'auteur donne de nombreux détails sur la composition chimique du Maïs, puis il le compare à diverses autres substances alimentaires et montre toute l'importance de cette céréale dans l'agriculture américaine.

M. Meehan (2) a publié une série d'articles dans le détail desquels il serait difficile d'entrer ; ces notes sont relatives à des questions très variées ; voici les titres de quelques-uns d'entre eux : origine des formes des fleurs, accroissement périodique des végétaux, nectaires, polarité des feuilles dans les plantes boussoles et les autres plantes, origine et nature des glandes chez les plantes.

A un moment où l'on s'occupe beaucoup de questions de colonisation, un traité d'ensemble sur les cultures coloniales est appelé à rendre de grands services. Signalons à cet égard l'important ouvrage de M. Sagot (3).

Les premiers chapitres traitent de questions générales : traits essentiels des climats tropicaux, influence du climat sur la végétation, opérations générales de culture, fertilité du sol, engrais, etc.

L'auteur passe ensuite en revue les plantes ayant une importance agricole : les plantes alimentaires farineuses (Manioc, Patate, Maïs, Riz, etc.), les plantes potagères, soit européennes, soit indigènes (divers *Phaseolus*, *Soja*, etc.). Il indique avec soin ceux de nos légumes européens qui croissent aisément dans nos colonies, comme le Chou, et ceux qui paraissent ne pouvoir s'y acclimater, la Carotte, par exemple. Vient ensuite l'examen des fruits, dont les uns sont d'un grand emploi alimentaire, comme les Dattes, les Bananes, les autres jouent le même rôle que nos fruits d'Europe, telles les Oranges, les Goyaves, les Ananas, etc. Puis l'auteur étudie les plantes à sucre, dont la principale est évidemment la Canne, et enfin les plantes fourragères (Herbe du Para, etc.).

---

(1) Maize : a botanical and economic study. (Contribution from the botanical laboratory of the University of Pennsylvania, 1893.

(2) Proceedings of the Academy of natural Sciences (Philadelphia, 1897).

(3) Manuel des cultures coloniales.

A côté des plantes ayant un rôle capital, M. Sagot a souci de donner la liste de celles dont l'usage est beaucoup plus restreint ; cela complète heureusemnt l'étude de chaque groupe de plantes.

Une partie de l'ouvrage, consacrée aux animaux, est en dehors de la présente étude.

Cet ouvrage n'était pas publié lors de la mort de M. Sagot. C'est M. Raoul qui s'est chargé de la publication, et qui a complété le travail par l'addition d'un grand nombre de notes des plus précieuses. M. Raoul a de plus continué l'œuvre de Sagot. Le tout n'a pas encore paru, mais nous devons signaler le fascicule relatif au Caféier, qui donne tous les renseignements nécessaires sur la culture de cette plante (1).

Un ouvrage plus modeste et se rapportant un peu au même sujet est dû à M. Devez (2). Ce travail plus spécial, puisqu'il ne se rapporte qu'à la Guyane, nous fait connaître les principaux produits de ce pays. substances alimentaires, textiles, tinctoriales, etc., bois industriels, sont successivement passés en revue.

IV. — Botanique médicale et pharmaceutique

Diverses plantes coloniales oléagineuses fournissent, après l'extraction de l'huile. des tourteaux que l'on a parfois essayé d'employer comme aliments pour le bétail. Tels sont, par exemple, les tourteaux de Ricin et les tourteaux de Coton.

Les uns comme les autres sont plus ou moins toxiques. Les tourteaux de Ricin ont causé la mort d'animaux ; mais en outre, des personnes ayant mangé des graines de Ricin ont fréquemment éprouvé des symptômes d'empoisonnement. M. Beauvisage (3) a fait le relevé des cas bien authentiques et le nombre en est considérable. Le plus souvent les malades se sont guéris, mais parfois l'empoisonnement a été complet ; il y a eu des cas mortels. La substance toxique, à laquelle on donne le nom de Ricine, est une substance albuminoïde.

C'est Cornevin (4) qui a étudié la question des tourteaux de Coton et des substances extraites de la graine, et il en est arrivé aux conclusions suivantes :

---

(1) Culture du Caféier.

(2) Notice sur les produits de la Guyane.

(3) Toxicité des graines de Ricin.

(4) Etude physiologique sur un toxique des graines et des tourteaux de Coton.

L'huile de Cotonnier est absolument inoffensive. Nous devons nous considérer comme tranquillisés par ce résultat, car il paraît que nous en mangeons fréquemment sous le nom d'huile d'olive.

La farine obtenue au moyen de la graine est extrêmement toxique ; les spermodermes le sont moins.

Cornevin ne condamne cependant pas, d'une façon absolue, l'emploi des tourteaux de Coton dans l'alimentation du bétail, mais il résulte de ce qui précède qu'on ne doit en user qu'avec modération.

C'est encore à des plantes exotiques que l'on doit des médicaments récemment incrits au Codex : M. L. **Planchon** (1) nous les fait connaître. C'est le *Strophantus Kombe*, produit africain qui renferme un glucoside (strophantine) dont l'action est d'augmenter la force et l'amplitude des contractions du cœur, et le *Rhamnus Purshiana*, dont l'écorce appelée *Cascara sagrada* (Ecorce sacrée) a une action purgative.

Le même savant, convaincu qu'on ne saurait trop préciser les caractères des substances médicamenteuses a publié une brochure qui donne d'une façon très détaillée les caractères des écorces des Quinquinas américains (2).

Enfin dans un ouvrage plus important (3), M. Planchon a étudié la famille des Apocynées ainsi que les produits comestibles, médicamenteux ou toxiques que fournissent les plantes de cette famille.

Après des généralités botaniques sur les Apocynées, l'auteur étudie successivement les fruits et graines, les organes végétatifs et enfin le latex et autres produits qui n'avaient pu prendre place dans les pages précédentes.

Signalons en outre une étude de M. **Gerber** (4) sur le genre *Adansonia* (Baobab). Le pédoncule floral, et surtout l'écorce, renferment beaucoup de tannin ; dans les feuilles on trouve une grande quantité de mucilage ; enfin dans la moelle il y a une grande abondance de corps gras.

A côté d'études de ce genre, il y en a qui nous font connaître les propriétés industrielles de diverses plantes peu connues des régions tropicales.

Signalons par exemple deux plantes étudiées par M. **Jumelle**.

La première est l'*Erouma* de la Nouvelle-Calédonie (5). Cette plante est le *Macaranga Vedeliana* Müll. Par la benzine ou l'alcool absolu on obtient une résine qui est jaune pâle prise en masse et blanche à l'état purulent. Cette substance est localisée dans des poils capités pluricellulaires situés à la face inférieure d'une part, et, d'autre part, dans des laticifères qui occupent le parenchyme et le liber des nervures de la feuille et l'écorce, le liber et la moelle de la tige.

---

(1) Les drogues récemment inscrites au Codex (Bulletin de Pharmacie du Sud-Est, 1896).

(2) Tableau des caractères des principales écorces des Quinquinas américains (Nouveau Montpellier médical, 1894).

(3) Produits fournis à la matière médicale par la famille des Apocynées (Montpellier, 1894).

(4) Contributions à l'étude botanique, thérapeutique et chimique du genre *Adansonia*.

(5) L'*Erouma* de la Nouvelle-Calédonie et son produit résineux (Annales de l'Institut colonial de Marseille).

La seconde est le *Sakharé* de la Guyane française. Cette plante que, faute de documents botaniques suffisants, M. Jumelle ne désigne pas par un nom spécifique, et qu'il rattache, avec une pointe de doute, au genre *Urostigma*, est une plante à latex. Le produit fourni par les laticifères, paraît, à certains égards, voisin des guttas, mais il n'a cependant pas la composition de cette catégorie de corps ; il contient une quantité de résine beaucoup trop forte; c'est plutôt un caoutchouc fortement résineux.

V. — Variétés et ouvrages généraux

M. Massart, botaniste belge, a séjourné plusieurs mois à Java et il a pu utiliser pour ses travaux les ressources du laboratoire de Buitenzorg, dirigé par M. Treub (1).

Il a publié sur la Flore de ce pays un livre qui, malgré son aspect technique, les nombreux noms de plantes qu'il renferme, n'a rien de la sécheresse d'un ouvrage de science et nous fait connaître, avec une rare intensité de vie, les principaux caractères des plantes tropicales.

Que l'on imagine un pays qui ne connaît pas les saisons, où le thermomètre se tient toujours entre 22 et 31 degrés, où l'humidité de l'air est très grande et l'on se fera une idée de la puissance de la végétation qu'un sol riche peut fournir.

Citons, pour donner un exemple, une sorte de Palmiers, des *Oreodoxa regia* qui, plantés en 1887, avaient déjà atteint, en 1895, 15 mètres de hauteur. Et ce n'est pas seulement la richesse de la végétation qui est remarquable, c'est le mode de vie d'un grand nombre de plantes, si différent de ce que nous connaissons dans nos pays tempérés. On cite partout ces plantes, Figuiers ou autres, qui tout le long de leur tige émettent des racines adventives descendant jusqu'au sol et s'y enracinant. Mais ces racines parfois sont très nombreuses, arrivent à se toucher, se soudent entre elles et forment comme un réseau à mailles plus ou moins larges qui enveloppent le tronc entier comme d'une cotte de mailles. Parfois ces racines ont des formes bizarres. Tel est le cas du *Canarium edule* dont les racines en arrivant en bas de la tige s'élargissent en palettes et s'étalent sur le sol.

D'autres plantes, les *Freycinetia*, ont même plusieurs sortes de racines aériennes ; les unes, racines crampons, fixent simplement la plante à un arbre voisin ; les autres racines nourricières descendent dans le sol pour y puiser la nourriture nécessaire.

---

(1) Un Botaniste en Malaisie.

D'autres plantes émettent le long de leurs troncs des rameaux floraux extrêmement courts, de sorte que l'on voit s'étayer sur plusieurs mètres des fleurs et des fruits que l'on croirait avoir été piqués sur la tige. Il y a de telles plantes dans les familles les plus diverses.

La forêt tropicale, c'est le lieu de prédilection des plantes épiphytes; les Fougères, les Orchidées épiphytes sont en abondance extrême.

C'est aussi sous les tropiques que l'on rencontre tant de plantes grimpantes et des lianes.

D'après les plantes de la famille des Cactées que nous voyons habituellement, on n'imaginerait pas qu'il y ait des Cactées grimpantes. Cependant il en existe : le *Cereus inermis* grimpe sur des *Ficus* jusqu'à 25 mètres de hauteur.

Une sorte de Palmier, le *Plectocomia*, s'élève aussi très haut, grâce à des épines situés tout le long des pétioles. principalement sur la partie terminale de ces pétioles qui s'allongent bien au-delà de l'insertion des folioles. Cette plante monte jusqu'au sommet des arbres où elle se fixe. Quand le sommet est atteint, la plante s'allonge encore; comment va-t-elle alors pouvoir se fixer? Les parties inférieures se détachent alors du support; leur poids les fait tomber à terre où on les voit se disposer en cercle autour du tronc de l'arbre qui les portait, et le sommet du Palmier, abaissé de la sorte peut, dès lors, continuer à croître et s'élever de nouveau.

Quelques lianes possèdent des propriétés biologiques bien remarquables. Certaines branches qui sont pourvues de feuilles très réduites tombent à terre, émettent des racines qui les fixent au sol, et continuant à croître, rampent dans l'herbe jusqu'à ce qu'elles rencontrent un tronc à leur convenance; quand elles l'ont trouvé, elles l'entourent, et les branches ascendantes ont de grandes feuilles ne ressemblant en rien aux feuilles réduites des branches descendantes. Mais le fait particulier, c'est qu'on a essayé de faire se fixer à un autre arbre les branches descendantes; on n'a pas pu réussir; les bourgeons donnaient de nouvelles branches qui, loin de se fixer et de monter, retombaient vers le sol. Ce n'est qu'après s'être enracinées qu'elles donnaient des ramifications aptes à monter. Il y a donc là deux sortes de branches ayant chacune leur rôle spécial auquel elles sont exclusivement adaptées.

C'est dans les forêts tropicales qu'il n'est pas rare de rencontrer de ces associations qui permettent de trouver, sur un même point en quelque sorte, des plantes appartenant à tous les groupes végétaux, et se fournissant les unes aux autres appui ou nourriture. On rencontrera, par exemple, une Algue et un Champignon formant un Lichen appliqué sur une Mousse, laquelle vit en épiphyte sur une liane qui grimpe en entourant un arbre.

A Java, aux hautes altitudes (2500 à 3000 m.), on trouve des associations de plantes tropicales et de plantes de régions tempérées : on peut rencontrer par exemple des *Rubus*, des *Ranunculus*, des *Polygonum*, etc.

Les bords de la mer présentent aussi des plantes dont la biologie est bien remarquable. C'est là, dans les marécages salés ou dans la mer même, aux endroits soumis au flux et au reflux, que l'on trouve les *Sonneratia ;* ces plantes émettent des racines aériennes droites, s'élevant perpendiculairement au sol et pouvant par suite respirer. Chez les *Bruguiera gymnorhiza*, les *Lumnitzera racemosa*. des racines sortent aussi du sol dans l'air ; mais elle ne tardent pas à s'incurver pour plonger de nouveau dans la vase. Toute la partie aérienne joue un rôle respiratoire et est pourvue de lenticelles nombreuses.

C'est aussi dans la Mangrove, c'est le nom donné à ce genre si spécial de station botanique, que l'on rencontre les Mangliers ou Palétuviers *(Rhizophora)*. Si les graines de ces plantes tombaient dans la mer, elles pourraient être entraînées par le flot et périr. Alors ce qu'il y a de curieux, c'est que les graines restent sur la plante mère, y acquièrent déjà un degré avancé de développement ; les embryons atteignent parfois jusqu'à 80 centimètres de longueur ; à un certain moment ces plantes tombent à terre, mais elles poussent alors très vite des racines et de la sorte se fixent au sol et peuvent continuer leur développement sans être entraînées.

Dans beaucoup d'autres plantes, la fixation qui est nécessaire dans de tels endroits est obtenue autrement : les enveloppes de la graine, ou du fruit, ou même de la fleur, le calice, par exemple, possèdent en quantité des poils raides, crochus, qui fixent au sol les graines jusqu'au moment où des racines ont assuré leur stabilité !

La biologie d'une foule de plantes tropicales fournirait des recherches du plus haut intérêt.

Le Jardin botanique de Buitenzorg, où M. Massart a travaillé, célébrait ces dernières années (1892) le 75^e anniversaire de sa fondation. A cette occasion un ouvrage intéressant a été publié sur ce Jardin et le Laboratoire dont il dépend (1).

Dans l'Introduction, le savant M. Treub montre quel intérêt, à la fois scientifique et pratique, peut avoir une telle installation dans les pays tropicaux où la richesse de la Flore, le mode de vie de tant de plantes variées amènent à poser une foule de problèmes de Biologie générale ou spéciale, et où tant d'espèces peuvent fournir des produits utiles. Vient ensuite, dans l'ouvrage, une histoire résumée du Jardin depuis sa fondation en 1817.

Le jardin mesure 58 hectares ; une rivière y forme une île de onze hectares, et le terrain est encore arrosé par un autre cours d'eau. La surface est, on le voit, assez grande pour qu'on puisse faire de véritables promenades. M. Burck, le Directeur-adjoint, décrit précisément trois promenades qui peuvent être faites dans ce jardin et profite de cette occasion pour parler des plantes les plus intéressantes que l'on rencontre et des curiosités biologiques de plusieurs d'entre elles.

---

(1) Der botanische Garten zu Buitenzorg auf Java.

Outre les salles réservées aux travaux spécialement botaniques, le Laboratoire comprend des installations pour la photographie, pour des recherches pharmaceutiques, des recherches agricoles, etc.

Bien plus dans une forêt montagneuse des environs, une construction annexe du Laboratoire fournit de la place à plusieurs travailleurs. On voit que les ressources ne manquent à aucun point de vue.

L'ouvrage que nous analysons contient ensuite la liste des travaux exécutés dans le Laboratoire et celle des travailleurs qui y ont passé. Les recherches ont trait aux parties les plus variées de la Botanique. Quant aux travailleurs, il nous sera permis de regretter de n'y voir figurer aucun nom français. Ce même regret, je l'ai entendu formuler par M. Treub lui-même, qui, il y a dix ans, était venu passer quelques mois en Europe.

A propos de régions extra-européennes, mentionnons un travail de Botanique systématique sur la Flore de Tunisie, effectué par M. Murbeck (1). Cette publication, qui sera continuée, va des Renonculacées aux Cucurbitacées. Six planches ont trait à diverses plantes des familles étudiées.

Quand on s'occupe des multiples problèmes que soulève la question du transformisme, on choisit ses exemples et ses arguments surtout dans le règne animal. Dans un livre des plus intéressants (2), M. Costantin vient de montrer que les végétaux, eux aussi, fournissent une ample moisson de faits pouvant jeter quelque lumière sur la question. Nous dirons même qu'à certains égards ils se prêtent davantage à des essais de transformisme expérimental parce qu'ils sont plus aptes que les animaux à se modifier sous l'action de causes multiples.

M. Costantin le prouve amplement en étudiant successivement les modifications éprouvées sous l'action de la chaleur, de la pesanteur, de la lumière, etc., en groupant une foule de faits restés jusqu'ici épars sur la biologie des plantes aquatiques. Pourquoi, à ce dernier point de vue, l'auteur a-t-il peu insisté sur une série de différences produites par le milieu aquatique dans la structure des plantes ? Par modestie, sans doute, car il a fait à ce sujet d'importantes recherches et obtenu beaucoup de résultats importants. Les lecteurs de l'ouvrage auraient préféré moins de réserve.

Le livre de M. Costantin n'est pas un ouvrage technique ; il peut être lu et compris par toute personne qui possède une instruction générale et qui s'intéresse aux problèmes concernant l'origine et les variations des êtres vivants.

---

(1) Contributions à la connaissance de la Flore du Nord-Ouest de l'Afrique, et plus spécialement de la Tunisie. Sund, 1897.

(2) Les végétaux et les milieux cosmiques. Paris, 1897.

Que l'on nous permette une réflexion qui ne sera pas une critique, mais un simple vœu. En dehors des causes de modifications que l'auteur a étudiées, il en est d'autres dont il n'est pas du tout question dans l'ouvrage que nous analysons. Cet ouvrage appelle donc une suite ; notre vœu c'est que cette suite ne se fasse pas trop longtemps attendre.

Mentionnons un autre ouvrage, celui de M. DAGUILLON (1). Celui-ci est tout à fait didactique : c'est en somme un traité de Botanique, qui tout en restant élémentaire expose toujours les dernières découvertes acquises à la science sur les points fondamentaux de la Botanique, anatomie ou physiologie. L'auteur a su éviter la sécheresse, et faire preuve d'une qualité très importante dans une œuvre de ce genre, la clarté.

Un ouvrage de Botanique moins étendu, est celui qui vient d'être publié sous le nom de M. TOGNINI (2). C'est un manuel posthume dont M. Montemartini a dirigé la publication. L'auteur passe en revue successivement la cellule, les tissus des plantes, les divers membres qui constituent les végétaux supérieurs. Puis, après avoir étudié les organes floraux des Phanérogames, il passe aux Cryptogames vasculaires, puis aux Muscinées et aux Thallophytes. Ces derniers groupes sont traités très brièvement. M. MONTEMARTINI a joint à cet ouvrage un manuel de physiologie végétale, très sommaire, et rédigé d'après les mêmes principes.

Terminons cette Revue en signalant l'apparition de la quatrième édition du Traité d'anatomie et de physiologie des plantes de M. WIESNER, le savant Viennois bien connu (3). Ce Traité classique a été refait presque complètement par l'auteur et très augmenté. Il y a de nombreuses figures nouvelles. Malgré ces additions, l'ouvrage a conservé cette forme nette et concise qui en fait un livre d'Enseignement de premier ordre.

LÉON DUFOUR.

---

(1) Leçons élémentaires de Botanique (Paris, Belin, éditeur, 1896).

(2) Anatomia vegetale, Milano, 1897.

(3) Anatomie und Physiologie der Planzen, 4e auflage (Vienne, Alfred Hölder, éditeur, 1898).

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS

PUBLIÉS EN 1894-1897 (*Suite*)

Avec M. le docteur NYLANDER nous rentrons dans le domaine de la science pure. Reprenant un titre déjà du domaine public (1), le savant lichénologue fait connaître principalement le résultat de ses nombreuses herborisations dans la forêt de Fontainebleau et le bois de Meudon; on peut même dire que ce Mémoire est la flore des Lichens de Fontainebleau. Beaucoup d'autres localités des environs de Paris sont sans doute citées, mais la plupart d'entre elles, à l'exception de Saint-Cloud, Moret, Versailles, etc., ne le sont qu'une fois ou deux et pour des espèces qui souvent n'ont pas été vues à Fontainebleau. Il aurait été intéressant que l'auteur donnât la date de ses récoltes, car son travail a été commencé il y a près de quarante ans, et certaines des localités qu'il a explorées ont été détruites. On ne trouve plus de Lichens maintenant au pont d'Austerlitz, à la barrière de l'Étoile ni dans la rue de l'Ouest, à Plaisance. On en chercherait vainement aussi sur les arbres du jardin du Luxembourg, mais là nous savons que c'est en 1866 (2) que M. Nylander fit cette remarquable collection. Les arbres qui restent dans le Luxembourg ne portent plus de Lichens; on en trouve cependant encore quelques traces sur les balustrades en pierre qui entourent le bassin. Les Lichens des environs de Paris, que M. Nylander a énumérés et souvent décrits, au moins en partie, sont au nombre de 463. Le tableau systématique des espèces qui se trouve à la fin du *Supplément* n'en accuse que 460; mais, comme je l'ai déjà fait remarquer ailleurs, trois ont été omises : *Lecanora albella* Ach., *Lecidea arceutina* Nyl. et *Verrucaria Coryli* Nyl. Ces espèces sont réparties en 7 séries, 23 tribus et 58 genres; parmi ces derniers les mieux représentés sont les *Cladonia*, les *Lecanora*, les *Lecidea* et les *Verrucaria*. A propos de classification, il faut remarquer que la vaste tribu des *Lecano-Lecideei* a été diminuée des *Pertusariei* et des *Thelotremei* qui forment maintenant deux tribus distinctes placées avant celles des *Graphidei*. Les espèces propres à la Flore parisienne sont rares; on peut cependant citer *Lecanora urbana*, *Verrucaria quaternula* et *V. ambulatrix*, toutes trois nommées par M. Nylander. Un certain nombre ont une aire de végétation peu étendue, comme par exemple les *Lecanora Mougeotioides* Nyl., *L. teichotea* Nyl., etc., et enfin quelques-unes sont nouvelles: *Pertusaria trifera; L. subtabacina*, *Opegrapha quadriseptata* et *Verrucaria rimosella*. Il en est d'autres qui ont été changées de genre : le *Leptogium Schraderi* Bernh. devient un *Collemodium*. et *L. cretaceum* Nyl , *L. muscicola* Nyl., *L. microscopicum* Nyl, et *L. subtile* Schrad., de même que les *Collema biatorinum* Nyl. et *ferax* DR. passent dans le genre *Homodium*, tandis que quelques-unes prennent un autre nom spécifique : le *Lecanora scotoplaca* Nyl. reprend un nom plus ancien, *L. atroflava* Turn.; de même l'*Endocarpon exiguum* Nyl. redevient l'*E. Micheli* (Mass.) Zw.; les *Biatora arenaria* Anzi et *ochracea* Hepp deviennent, le premier, le *Lecanora arenata*, et le second le *Lecidea subochracea,* sous prétexte qu'il existe un autre *Biatora arenaria* Hepp et un *Lecanora ochracea* Nyl. (*Lecidea ochracea* Schær.). Ces scrupules sont certainement exagérés, car le changement de genre suffit pour faire reconnaître ces espèces sans que leur nom spécifique ait besoin d'être modifié; de plus ils peuvent sembler assez étonnants quand on voit M. Nylander et à sa suite beaucoup de lichénologues inscrire sous le nom d'un auteur des noms génériques que celui-ci n'avait pas adoptés; ainsi, dans un des exemples cités tout à l'heure, M. Nylander a mis *Lecidea arenaria* Hepp *Flecht. Europ.* n. 729, quand l'exsiccata de Hepp porte le nom de *Biatora arenaria*. De même dans le *Synops. Lich.* de M. Nylander, I, p. 416, on lit : *Physcia speciosa* Fr. *Lich. europ. reform.* p. 80. et si l'on ouvre l'ouvrage de Fries à la page indiquée on trouve : *Parmelia speciosa*. Ces inexactitudes, trop fréquentes dans les auteurs contemporains, sont très regrettables.

---

(1) Nylander : *Les Lichens des environs de Paris;* Paris, 1896, vol. in-8° de 142 pages. — Supplément, 1897, 20 pages.

(2) *Bulletin de la Société botanique de France*, 1866, pages 364-371.

En terminant cette trop longue notice, il faut citer quelques espèces nouvelles n'appartenant pas à la Flore parisienne mais décrites par M. Nylander dans le cours de son ouvrage : *Parmelia Borrerina*, du Brésil, et *P. subpræsignis*, de la République Argentine; *Lecanora perproxima*, de l'Illinois; *Pertusaria dealbans*, du Caucase; *Gyalecta effervescens*, de l'île de Ceylan; *Verrucaria melaspeira*, de l'Algérie, et dans le Supplément, *Lecidea præviridans*, de la Haute-Loire; *Bacillina antipolitana* et *Endocarpon pervirescens*, toutes deux des environs d'Antibes.

Continuant l'exploration des environs de Paris, j'ai donné une liste des Lichens des forêts de Saint-Germain et de Marly, qui n'ont pas encore été explorées entièrement (1). Néanmoins, on peut voir qu'elles renferment des espèces intéressantes, quoique les rochers y manquent presque entièrement et que la dernière offre une remarquable collection de *Cladonia*. Une espèce dont l'aire de végétation est très restreinte (en France, Brest; dans la Grande-Bretagne, Irlande et Jersey; la Laponie), le *Lecidea ochrophora* Nyl. est à ajouter à la Flore parisienne (1).

---

(1) Abbé Hue : *Lichens des environs de Paris*, II, *Forêts de Saint-Germain-en-Laye et de Marly* (Bulletin de la Société botanique de France, 1894) ; br. in-8° de 39 pages.

Dans l'ouest de la France, M. l'abbé Olivier (2) a commencé l'exposé systématique de tous les Lichens de cette région : Normandie, Bretagne, Anjou, Maine et Vendée. Le premier volume, seul paru, renferme 267 espèces, réparties en 36 genres, suivant la méthode de Massalongo et de Th. Fries. L'auteur ne paraît pas avoir eu connaissance de l'*Essai sur les Lichens de l'Anjou* de M. l'abbé Hy (3), qui lui aurait donné quelques nouvelles espèces de Lichens à thalle gélatineux. Il faut constater qu'il a corrigé ses erreurs anciennes et s'est efforcé de mettre son ouvrage en rapport avec les données actuelles de la science. Les descriptions qui accompagnent chaque espèce sont courtes, mais exactes; il est seulement regrettable que les noms spécifiques, simples adjectifs, soient écrits avec des majuscules et que les mesures des spores ne soient pas indiquées d'une façon plus intelligible. Pourquoi avoir ôté de la tribu des Stictées les *Ricasolia*, que certains auteurs joignent au genre *Sticta?* Leur structure interne et leurs spores septées les éloignent certainement des *Parmelia*. Citons en passant un opuscule du même auteur (4) présentant les espèces de *Parmelia*, *Parmeliopsis* et *Physcia* végétant en France.

Dans cette région de l'Ouest, où nous avons pénétré avec M. l'abbé Olivier, j'ai fait en 1890 quelques herborisations assez fructueuses (5). Le but principal de mon voyage à Vire était de retrouver le *Dufouria floccosa* Nyl., récolté autrefois par Delise à Cadhol sur des rochers qui bordent la route de Vire à Caen. Le nom de cette localité est inconnu à Vire, et à force de chercher on nous a indiqué un petit village, Cathéolles, dont le nom offre une certaine similitude avec celui de Cadhol et où le passage de la route de Vire à Caen a mis à nu un groupe de roches. Nous n'avons pas réussi à apercevoir, M. Ballé et moi, cette très rare espèce et il est fort probable qu'elle a disparu, Dans cet endroit, puis dans les Vaux-de-Vire et dans la forêt de Saint-Sever, 132 espèces ont été récoltées. J'en ai ensuite pris 62 à Mortain et 29 au Mont-Saint-Michel, en tout 223 Lichens, dont quelques-uns sont intéressants et même nouveaux pour la Flore normande. Parmi ces derniers, citons : *Lecidea coniopsidea* (Hepp), de la cascade de Mortain, *Lecanora microthallina* Wedd., *L. dimera* f. *ecrustacea* Nyl. et *Verrucaria microspora* var. *mucosula* Wedd., du Mont-Saint-Michel.

---

(1) Abbé Hue : *Quelques Lichens nouveaux* (Bull. Soc. bot. de France, 1897); br. in-8° de 7 pages.

(2) Abbé Olivier : *Exposé systématique et description des Lichens de l'Ouest et du Nord-Ouest de la France*; Paris, 1897, 1 vol. in-8° de 353 pages.

(3) *Revue générale de Botanique*, t. VI, p. 7.

(4) Abbé Olivier : *Étude sur les principaux Parmelia, Parmeliopis, Physcia et Xanthoria de la Flore française* (Extr. de la Revue de Botanique, 1894); br. in-8° de 51 pages.

(5) Abbé Hue : *Lichens récoltés à Vire, à Mortain et au Mont-Saint-Michel* (Extr. du Bull. de la Soc. Linnéenne de Normandie, 1895); br. in-8° de 39 pages.

Le reste de la France, sauf l'Est et le Nord, ne nous offre rien à glaner. Dans les Alpes et la Savoie, j'ai exploré avec soin, en 1893, en compagnie de M. l'abbé Harmand et de M. H. Claudel, et l'année suivante seul, les environs d'Aix-les-Bains. Tout en ne nous éloignant que de trois ou quatre kilomètres de cette ville, nous sommes arrivés à réunir 264 espèces de Lichens appartenant à 30 genres différents. Cette florule est surtout celle des roches calcaires et par conséquent les *Lecanora*, *Lecidea* et *Verrucaria* y dominent. Parmi ces derniers, certains n'avaient pas encore été observés en France. Nous avons même eu la bonne fortune de trouver deux espèces et quelques formes nouvelles, *Psorotichia Claudelii*, *P. allobrogensis*, etc. Dans la seconde partie de cet opuscule j'ai donné la revision de l'herbier de Lichens formé par J.-J. Perret à Aix-les-Bains. Ce botaniste, né dans cette ville en 1762, y mourut en 1836. Son herbier, qui appartient au Grand Séminaire de Chambéry, présente surtout par les Lichens corticoles l'ancienne physionomie des environs d'Aix, qui étaient alors beaucoup plus boisés qu'ils ne le sont aujourd'hui (1).

En sortant des Alpes, nous entrons dans le Jura, où M. Flagey a publié le troisième fascicule de sa Flore de Franche-Comté (2), comprenant une grande partie des Lecidéées, *Biatorina*, *Biatorella*, *Biatora*, *Lecidea*, etc., avec les Graphidées ; les autres genres de la section des Lécidéées avaient été traitées dans le premier fascicule de la deuxième partie et divisées en deux tribus : Eulécidéées et Xylographidéées. A l'exemple de Th. Fries dans sa *Lichenographia scandinavica*, M. Flagey a séparé des Graphidées, à cause de ses gonidies vertes, le genre *Xylographa*, ordinairement joint à ce groupe de Lichens pour ses apothécies lirelliformes. Pour pouvoir agir ainsi, il aurait fallu que l'auteur fût conséquent avec lui-même et ne laissât dans ses Eulécidéées aucune espèce à gonidies chroolepoïdes, or nous y trouvons le *Lecidea lutea* Schær., *Biatorina lutea* Arn., dont le thalle présente ces gonidies. Etablir une classification des Lichens d'après des gonidies torture la nature, et cet exemple corrobore ce que j'ai dit plus haut. Je crois qu'il est préférable de conserver les groupes naturels, tels que Dieu les a créés, et de les sectionner quand il y a lieu, suivant la détermination des gonidies. C'est ce que le docteur Muller a fait ici avec une logique remarquable pour le *Lecidea lutea* Schær et les espèces affines; il a formé une tribu voisine des Lécidéées, celle des *Biatorinopsideæ*, et pour les *Xylographa* et les genres voisins une autre tribu, *Xylographideæ*, proche de celle des Graphidées. De cette façon les droits de la nature et ceux de la science sont mis d'accord. Au commencement des genres se trouve un tableau dichotomique conduisant à chacune des espèces, lesquelles sont ensuite décrites. Cet ouvrage est appelé à rendre des services et il est regrettable que l'impression de la dernière partie, prête depuis longtemps, se fasse tant attendre.

---

(1) Abbé Hue : *Lichens d'Aix-les-Bains* (Extr. du Journal de Botanique, 1896); br. in-8° de 75 pages.

(2) C. Flagey : *Flore des Lichens de Franche-Comté et de quelques localités environnantes*, deuxième partie, 2e fascicule (Extr. des Mém. de la Soc. d'Emul. du Doubs, 1892), br. in 8° de 159 pages.

En Lorraine, M. l'abbé Harmand, qui consacre tous ses loisirs à l'étude des Lichens de cette province, a ajouté cinq nouveaux fascicules à ses Exsiccatas (1), dont un est exclusivement consacré aux *Cladonia*, et il a entrepris la publication d'un important ouvrage orné de planches présentant des dessins de coupes et de spores et des reproductions photographiques d'échantillons (2). La classification suivie par l'auteur est celle de M. Nylander, et par conséquent l'ouvrage commence par les Lichens à thalle gélatineux et finit pour le moment avec les *Gyrophora*. Des tableaux dichotomiques, comme dans la *Flore des Lichens de Franche-Comté*, conduisent d'abord aux genres puis aux espèces. Les échantillons d'une même espèce qui ont été tous étudiés par M. l'abbé Harmand, soit qu'il les ait récoltés lui-même, soit qu'il les ait reçus de divers correspondants ou qu'ils aient été recueillis avant lui, sont classés sous ces trois rubriques : Meurthe-et-Moselle, Vosges et Lorraine annexée, et par conséquent la plus ou moins grande diffusion d'une espèce dans cette région se voit du premier coup d'œil. En fait d'exsiccatas, il ne cite que les siens et ceux de Mongeot (3) et ces derniers après revision; mais pourquoi n'avoir pas donné le titre exact de ceux qu'il a lui-même publiés (4). Les petites incorrections de cette sorte compliquent inutilement les recherches. Un bon nombre de genres sont abondamment représentés dans la Lorraine et en particulier les *Collema*, *Calicium*, *Cladonia*, *Parmelia* et *Physcia*. On voit que M. l'abbé Harmand a récolté un grand nombre de ces Lichens, car pour les classer il a été obligé, non seulement de reprendre les formes des auteurs anciens, mais encore d'en créer de nouvelles. Il a enrichi la Flore lorraine d'un bon nombre d'espèces qui n'y avaient pas été observées et dont certaines sont rares, par exemple *Collema chalazanum* Ach. et *C. chalazanellum* Nyl., *Calicium arenarium*, Nyl., *Cladonia subcariosa* Nyl et *Cl. strepsilis* Wain., *Usnea longissima* Ach., *Parmelia exasperatula* Nyl., *Physcia tribacella* Nyl., etc. Les espèces nouvelles sont : *Collema subcheileum*, *C. salsuriolense* et *Leptogium granuliforme*. Il est tout à fait digne de remarque que certains Lichens de la région alpine, comme *Platysma cucullatum* Nyl., *Alectoria ochroleuca* Nyl. et *A. sarmentosa* Ach. récoltés autrefois par les docteurs Mougeot, Godron et Behrer, n'ont été retrouvés ni par M. l'abbé Harmand, ni par M. Claudel, qui ont cependant parcouru les hautes Vosges dans tous les sens. Si on compare la Flore lorraine à celle de la Franche-Comté, il est incontestable que la première l'emporte sur la seconde pour le nombre et la rareté des espèces. Dans plusieurs genres M. Flagey n'arrive à citer autant d'espèces que M. l'abbé Harmand qu'en empruntant certains noms aux Vosges. Ce dernier a eu le tort de classer les différentes espèces du genre *Collema* d'après la réaction par l'iode de la gélatine du thalle ; les affinités naturelles sont ainsi brisées.

---

(1) Abbé Harmand : *Lichenes in Lotharingia*. Fascicules 13-17.

(2) Abbé Harmand : *Catalogue descriptif des Lichens observés dans la Lorraine* avec des tables dichotomiques et des figures (Extr. du Bull. des sciences de Nancy); 3 fascic. in-8°. 1894-1897, avec 246 pages et 13 planches.

(3) Mougeot : *Stirpes Vogeso-rhenanæ*.

(4) Abbé Harmand : *Lichenes in Lotharingia*, cités sous ce titre : *Lich. Lorr.*

Dans la Lorraine annexée, M. l'abbé Kieffer (1) a publié un catalogue des Lichens de Bitche d'autant plus intéressant qu'avant lui ces Cryptogames étaient à peu près inconnus ; on n'en avait cité que dix ou douze plus ou moins mal déterminés A d'autres points de vue ce travail est très curieux, car nous voyons à Bitche des Lichens de la région subalpine et que l'on ne trouve dans les Vosges qu'à une altitude de 1000 mètres au moins, par exemple *Cetraria islandica* Ach., *Platysma ulophyllum* Nyl., *Pl. Pinastri* Nyl., *Alectoria sarmentosa* f. *crinalis* Ach. Or, le point le plus élevé des environs de cette ville, le Hohe-Wars, ne dépasse pas 450 m. et les parties basses, c'est-à-dire les vallées, ont 275 m. C'est à peu de chose près l'altitude de certains points des environs de Nancy ; le fort Sainte-Barbe et les roches d'Afrique au-dessus de Ludres et de Messein mesurent de 420 à 425 m., tandis que la vallée de la Moselle a dans les mêmes endroits environ 225 m. ; sur ces collines M. l'abbé Harmand et moi nous n'y avons jamais vu les Lichens cités plus haut ; on n'y trouve que le *Cetraria islandica* var. *subnigricans* Nyl. L'*Alectoria sarmentosa* f. *crinalis* est cependant un peu douteux, car il ne présente pas la réaction ordinaire à cette espèce. La classification de l'auteur est celle de Massalongo et de Koerber, et les espèces qu'il énumère sont nombreuses, car elles occupent 89 pages et les descriptions y sont en général très courtes.

Un genre bien représenté et offrant de nombreuses formes est le genre *Cladonia* avec 44 espèces, neuf de plus que dans la Lorraine et les Vosges. Les *Arthonia* au contraire y sont rares, car il n'y en a que deux espèces. Quelques *Lecidea*, énumérés sans nom, auraient mérité ce semble d'être complètement déterminés, mais peut-être M. l'abbé Kieffer n'en a-t-il eu que des échantillons incomplets. Dans un autre Mémoire (2), cet auteur divise ces mêmes Lichens d'après le substratum sur lequel ils végètent. Je pense qu'il faut retrancher de cette liste, comme de la précédente, le *Stereocaulon paschale* Ach. dont la détermination du reste n'est pas de M. l'abbé Kieffer et le *Cladonia firma* (Nyl.) dont la réaction indiquée est erronée et qui paraît n'être qu'une forme du *Cl. subcariosa* Nyl. Cette erreur du reste n'est pas imputable à M. Kieffer, et j'y suis tombé moi-même dans la précédente Revue des travaux sur les Lichens (1) en contestant à M. l'abbé Harmand sa détermination du *Cl. subcariosa*, qui est excellente. La faute remonte à M. Nylander qui a mis sous le nom du *Cl. firma* des échantillons qui appartiennent, les uns à cette espèce et les autres au *Cl. Jubcariosa* (2) et à Leighton qui a indiqué pour le premier la réaction du second (3). La potasse ne donne au *Cl. firma* qu'une teinte jaune.

---

(1) Abbé Kieffer : *Notice sur les Lichens de Bitche* (Extr. du Bull. de la Soc. d'hist. nat. de Metz, 1893) ; br. in-8°, Metz, 1895, de 94 pages.

(2) Abbé Kieffer : *Die Flechten Lothringens nach ihrer Unterlage geordnet* (Extr. de l'Hedwigia, 1894) ; br. in-8° de 21 pages.

Quittant la Lorraine, nous nous arrêterons un moment dans le Nord de la France pour entrer ensuite en Belgique. Saint-Omer est peu riche en Lichens ; le fr. Gasilien (4) en a récolté seulement 129 sur les remparts et dans les environs de cette ville, et encore faut-il en retrancher quatre qui appartiennent à Boulogne-sur-Mer, et parmi ces derniers, il y a une forme nouvelle du *Verrucaria muralis* Ach., la forme *silaceella*. A part une douzaine d'espèces qui sont très répandues, les autres sont rares, et cependant on ne voit là que la végétation ordinaire à la France ; les seules espèces remarquables sont le *Cladonia polycarpoides* Nyl., le *Lecidea trachylina* Nyl., l'*Arthonia patellulata* Nyl. et le *Verrucaria integrella* Nyl. M. Nylander, qui a examiné cette petite collection, n'y a trouvé qu'une espèce nouvelle ou plutôt une sous-espèce ou variété du vulgaire *Parmelia caperata* Ach., le *P. subglauca* Nyl.

En Belgique, M. Tonglet (5) continuant ses investigations sur les roches calcaires des environs de Dinant-sur-Meuse, a enrichi la flore de ce royaume de quinze Lichens nouveaux dont un a été très rarement observé, le *Bilimbia cupreo-rosella* Stizenb. S'il y a eu des défections parmi les botanistes belges qui ont entrepris de doter leur pays d'une flore de Lichens, MM. Dens et Pietquin paraissant ne plus s'occuper de l'étude de ces cryptogames, d'autres se sont mis courageusement au travail et ont grandement avancé cette œuvre nationale. M. Lochenies qui en 1890 avait publié une première liste de Lichens de la Belgique, en donne une seconde en 1895 (6) et l'année suivante fait connaître les espèces recueillies par M. Delogne dans les Ardennes Belges (1) Le premier de ces Mémoires en présente 103 récoltées dans différentes parties de la Belgique, car les localités sont souvent nombreuses sous chacune d'elles ; le second en offre 131, prises dans 4 localités appartenant à des provinces différentes, Laroche (prov. de Luxembourg), Beaumont (prov. du Hainaut), Esneux (prov. de Liège) et Couvin (prov. de Namur), et enfin les 132 Lichens de M. Delogne proviennent principalement de la partie de la vallée de la Semois, comprise entre Bouillon et notre frontière. Un certain nombre de ces espèces sont communes bien entendu aux trois listes ; néanmoins la Flore belge se trouve enrichie de plus de trente espèces ou variétés qui n'avaient pas encore été signalées dans ce pays. Quelques-unes sont des raretés, par exemple *Stereocaulon paschale* Ach. *Placodium gelidum* Koerb., M. Lochenies regarde le *Pannaria cœruleobadia* Scht., ou *Pannaria rubiginosa* var. *conoplea* Nyl., comme spécial aux Ardennes en Belgique ; il serait assez étonnant qu'on ne le retrouvât pas ailleurs, car ce n'est pas un Lichen rare. Le nom de la plupart de ces Lichens est suivi d'une description plus ou moins longue, mais il est assez étrange de trouver dans un travail aussi soigné ces deux mots : *Sticta scrobiculata.* On ne peut bien ne pas adopter le genre *Lobarina* Nyl., mais il n'en reste pas moins reconnu que ce Lichen a des gonidies bleues et que par conséquent il appartient au genre *Stictina.*

---

(1) *Revue générale de Botanique*, t. VI, p. 9.

(2) Wainio : *Monographia Cladoniarum*, II, pp. 39 et 400.

(3) Leighton : *Notulæ lichenologicæ*, XI, p. 4.

(4) Fr Gasilien : *Lichens des environs de Saint-Omer* (Extr. du Journal de Botanique, 1894); br. in-8° de 8 pages.

(5) A. Tonglet : *Notice sur quinze Lichens nouveaux pour la flore de Belgique* (Extr. du Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, 1895): br. in-8° de 6 pages.

(6) G. Lochenies : *Matériaux pour la Flore cryptogamique de Belgique, Lichens* (Extr. du même Bull. 1890 et 1895); 2 br. in-8° de 12 et 20 pages.

En Angleterre, le rév. Johnson (2) a publié sept fascicules d'exsiccatas de Lichens au nombre de 280, récoltés principalement dans le nord de ce royaume, c'est-à-dire dans les comtés de Cumberland, Durham et de Northumberland, et le rév. Crombie (3) a commencé la publication d'une Flore des Lichens des trois royaumes, basée sur les échantillons conservés au British Museum et qui aura deux volumes. Le premier, seul paru, se termine avec les *Urceolaria*, c'est-à-dire qu'il renferme 66 sur 92 des genres de Lichens attribués par l'auteur à la Grande-Bretagne. Cette Flore est disposée d'une manière plus scientifique et plus conforme à la nature que celle de Leighton, car les espèces sont énumérées suivant leurs affinités et non d'après leurs spores ou leurs réactions. De plus chaque genre est illustré de quelques figures qui en font connaître les caractères ; ces figures, jusqu'aux *Lecanora*, ont été dessinées par M. Nylander. Les genres nouveaux pour la Flore anglaise sont : *Ephebeia*, *Magmopsis* et *Lichiniza* ; d'autres ne se trouvent pas dans l'ouvrage de Leighton, mais ils s'appliquent à des espèces placées ailleurs par ce dernier. Tous les genres, anciens et nouveaux, sont définis par l'auteur, et il en est de même des espèces, mais l'aire de distribution géographique de ces dernières paraît peu heureusement disposée. Dans la flore de Leighton on voit du premier coup d'œil si l'espèce végète en Angleterre, en Ecosse ou en Irlande, tandis qu'avec M. Crombie, il faut être très versé dans la géographie anglaise pour reconnaître auquel de ces royaumes appartiennent les nombreuses localités qu'il cite. Enfin cet auteur redresse çà et là les erreurs de son prédécesseur, et ajoute un certain nombre d'espèces qu'il serait trop long de citer; elles sont faciles à distinguer par l'omission de la citation de l'ouvrage de Leighton.

---

(1) G. Lochenies : *Lichens récoltés par M. Delogne, principalement dans les Ardennes belges* (Extr. du même Bull., 1896). br. in-8 de 23 pages.

(2) W Johnson : *The north of England Lichen-Herbarium*, 1894-1897, fasc. I-VII.

(3) J. Crombie : *A monograph of Lichens found in Britain*, London 1894, 1 vol. in-8° de 519 pages.

Nous montons ensuite vers le Nord, et nous nous arrêtons dans l'île d'Islande, pour aller ensuite encore plus haut. M. Gronlund (1) a récolté dans cette île 103 espèces de Lichens qu'il a réparties, d'après la nomenclature de Th. Tries, en 36 genres, dont le moins représenté est celui des *Cladonia* avec 11 espèces; viennent ensuite les *Lecanora* et les *Lecidea* avec chacun 10 espèces. On y trouve bien entendu les Lichens caractéristiques des terres les plus froides, *Usnea melaxantha* Ach., *Nephroma arcticum* (L.), *Pertusaria xanthostoma* (Sommerf.), *P. rhodoleuca* Th. Fr., etc., puis ceux qui appartiennent dans nos montagnes à la zone alpine et enfin un certain nombre de ceux qui végètent dans nos plaines, *Peltigera canina* Hoffm., *Xanthoria parietina* (L.), *Placodium saxicola* (Poll.), *Lecanora parella* Ach., *L. subfusca* Ach., *Cladonia pyxidata* Fr. et *Cl. fimbriata* Fr., etc. Les espèces à thalle gélatineux manquent presque complètement, car il n'y a qu'un seul *Leptogium*, *Polychidium muscicola* (Sw.) et pas de *Collema*. Une curieuse remarque à faire, c'est que le *Cetraria islandica* Ach. ne se trouve pas dans cette liste; il est cependant bien commun en Islande. En 1892, la *Manche* (2), après avoir passé quelques mois dans les parages de cette île se dirige vers l'île plus septentrionale de Jan-Mayen, et le 27 juillet, le capitaine Bienaimé met le pied sur ce sol que jamais Français n'avait foulé. Les naturalistes de l'expédition récoltèrent 3 Lichens qui s'ajoutent aux 15 recueillis en 1883 par l'expédition polaire autrichienne du *Pola*. Le 1^{er} août, la Manche mouillait dans la baie de la *Recherche* au Spitzberg. Les Lichens rapportés principalement des côtes du grand golfe de Bell-Sound sont au nombre de 42 et un certain nombre d'entre eux ne se trouvent pas dans l'ouvrage de M. Th. Fries (3) qui embrasse cependant beaucoup plus de localités. Les espèces foliacées et fruticuleuses forment presque la moitié de la récolte, mais elles sont peu développées, ou très courtes, ce qui s'explique par l'absence d'arbres.

---

(1) Chr. Gronlund : *Tillæg til Islands kryptogamflora* (Extr. du Botanisk Tidsskrift, 1895); br. in-8 de 8° pages.

(2) *Voyage de la* Manche *à l'île Jan-Mayen et au Spitzberg* (juillet-août 1892); Lichens, par M. l'abbé Hue, 7 pages.

(3) Th. Fries : *Lichenes Spitsbergenses*, 1867.

Pour terminer ce qui concerne les Lichens du nord de l'Europe, citons l'histoire de la Lichénologie en Finlande de M. Brenner et deux ouvrages en Suède de M Malme. M. **Brenner** (1) retrace les différentes phases de l'étude des Lichens dans sa patrie de 1673 à 1896. Le premier ouvrage dans lequel il est question de ces Cryptogames est celui de Elias Til-Landz recommandant le *Muscus arboreus* (*Usnea barbata* f. *plicata*) comme astringent et guérissant les blessures. Après avoir énuméré les autres ouvrages parus après 1673, l'auteur donne la liste des Lichens connus en 1827 et fait ensuite un parallèle entre les espèces de la Finlande en l'année 1852 et celles de l'ouvrage de Fries sur les Lichens de la Scandinavie (2) qui avait paru en 1846, montrant combien dans ces 14 ans l'étude des Lichens a progressé. Le reste de l'ouvrage traite des publications faites après 1852.

Après avoir consacré deux petits opuscules aux Lichens de deux localités de la Suède (3) M. **Malme** ajoute aux espèces de cette contrée qu'il a déjà publiées une espèce et une variété nouvelles : *Caloplaca perfida* et *Lecidea enalliza* var. *subplana*, puis il décrit deux espèces litigieuses : *Bacidia intermissa* (Nyl.) et *Buellia coniopta* (Nyl.). Dans un autre Mémoire plus étendu (4), le même auteur donne l'historique, l'anatomie, la description détaillée et la distribution géographique en Suède et en Norwège des 10 espèces du groupe des *Rinodina sophodes* Th. Fr. et *exigua* Th. Fr. Deux planches présentent la forme des spores de ces espèces. Le travail que je viens d'indiquer ne contient que neuf de ces espèces, la dixième se trouve dans un autre petit opuscule (5) qui renferme aussi quelques additions aux autres *Rinodina*.

(1) M. Brenner : *Bidrag. till kännedom af lichenologin i Finland*, 1673-1896; br. in-8° de 59 pages.

(2) E. Fries : *Summa Vegetabilium Scandinavice*, 1846.

(3) G. Malme : *Lichenologiska notiser* II *Nagra ord om lafvegetationem vid Vettern.* — III *Bidrag till södra Sveriges lafflora.* — IV *Adjumenta ad Lichenographiam Sueciæ meridionalis* (Extr. du Botaniska Notiser, 1892-1895); 3 br. in-8, de 20 pages.

(4) G. Malme : *De sydsvenska formerna af Rinodina sophodes* (Ach.) Th. Fr. och. *Rinodina exigua* (Ach.) Th. Fr. (Extr. du K. Svenska vet. — Akad. handlingar, 1895); br. in-8 de 44 pages, avec 2 planches.

(5) G. Malme : *Lichenologiska notiser*, V. *Bidrag tille kännedomen om de sydsvenska Rinodina-arterna af sophodes-gruppen* (Extr. du Botaniska Notiser, 1896); br. in-4° de 11 pages.

(A suivre). **Abbé Hue.**

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères.
Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements. mandats. etc., à M. Paul DUPONT, 4. rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

J. Wiesner : *Anatomie und Physiologie der Pflanzen.* Vierte verbesserte und vermehrte auflage (Vienne, A. Hölder, 1898).

— *Ueber die Ruheperiode und über einige Keimungsbedingungen der Samen von Viscum album* (Bot. Deutsch. Gesell. Band. XV. Heft 10).

Ed. Strasburger : *Die pflanzlichen Zellhaüte* (Berlin, Gebrüder Bontraeger, 1898).

M. Treub : *L'organe femelle et l'apogamie du Balanophora elongata.* (Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg, vol. XV, 1898).

A. Ewart : *On contact irritability* (Ibid).

F. Houssay : *Le rôle des phénomènes osmatiques dans la division cellulaire et les débuts de la mitose* (Anatomischer Anzeiger, Band XIV, N. 12).

S. Schwendener : *Die Gelenkpolster von Phaseolus und Oxalis* (Sitzungsberichte d. Akademie d. Wiss zu Berlin. XII, 1898).

— *Uber die Formveränderung eines cylindrischen Organs in Folge ungleicher Längenzunahme dreier, ursprünglich longitudinal gestellter Zonen* (Ibid.).

W. Migula : *Synopsis Characearum europaearum. Illustrirte Beschreibung der Characeen Europas mit Berücksichtigung der übrigen Weittheile. Auszug aus dessen Bearbeitung der Characeen in Rabenhorst's Kryptogamenflora.* Mit 133 Abbildungen und einer Einleitung. (Leipzig, E. Kummer, 1898).

W. C. Worsdell : *On « Transfusion-tissue » : its Origin and Function in the Leaves of Gymnospermous Plants* (Trans. of the Linnean Soc. of London, Vol. V. Part. 8).

Palladine : *Physiologie des plantes*, 3ᵉ édit. (Varsovie, 1898, en langue russe).

F. Went : *Chemisch-physiologische Untersuchungen über das Zuckerrohr* (Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. XXXI, 1898).

L. Jost : *Beiträge zur Kenntniss der nyctitropischen Bewegungen* (Ibid.).

L. Planchon : *Sur les propriétés toxiques du Diplotaxis erucoides* (Montpellier, Hamelin, 1898).

A. Mitscherlich : *Beurteilung der physikalischen Eigenschaften des Ackerboden mit Hilfe seiner Benetzungswärme* (Kiel, Jensen, 1898).

O. Rosenberg : *Ueber die Transpiration der Halophyten* (Öfversigt af K. Vetensk. — Akade. Förhandlinger, n° 9, Stockholm).

M. et P. Bouin : *Sur la présence de filaments particuliers dans le protoplasme de la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées* (Bibliographie anatomique, 1898).

J. M. Coulter : *Contribution to the life-history of Ranunculus* (Botanical Gazette, XXV. February 1898, Chicago).

C. J. Chamberlain : *Winter characters of certain Sporangia* (Ibid.).

D. H. Scott : *On the Structure and Affinities of Fossil Plants from the Palæozoic Rocks* (Philosophical Transaction of the Royal Society of London, Series B, Vol. 189).

325 — Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Juin 1898

N° 114

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 JUIN 1898

I. — SUR LES MYCOCÉCIDIES DES *RŒSTELIA* (avec planches et figures dans le texte), par **M. L. Géneau de Lamarlière** 225

II. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville** *(suite)* 238

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte) par **M. L. Matruchot** 261

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1894-1897, par **M. A. M. Hue** *(suite)*. 267

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 3. — Mycocécidies des *Rœstelia*.
Planche 4. — Mycocécidies des *Rœstelia*.
Planche 12. — *Chanvre, Ricin, Ipomée Volubilis*.
Planche 13. — *Chanvre*.

Cette livraison renferme en outre vingt-et-une gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LES

MYCOCÉCIDIES DES RŒSTELIA

par M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE

On sait que l'ancien genre *Rœstelia* est constitué par plusieurs cécidies appartenant à des Urédinées hétéroiques qui forment actuellement le genre *Gymnosporangium*. Ces *Gymnosporangium*, au moins pour les espèces françaises, passent une partie de leur vie sous forme d'écidies sur différents arbres Rosacés, plus particulièrement sur ceux de la sous-famille des Pomacées, et l'autre partie, sous forme de masses gélatineuses contenant les téleutospores et que l'on rencontre chez les Conifères, en particulier chez les Genévriers. L'histoire de ces espèces était encore très embrouillée, dans les dernières années, mais M. Fischer et M. Von Tubeuf ont essayé d'y établir un peu d'ordre au moyen de recherches suivies.

Les travaux de ces deux savants peuvent se résumer dans le tableau suivant :

ECIDIES	TÉLEUTOSPORES
Rœstelia cancellata sur le Poirier.	*Gymnosporangium fuscum* = *G. Sabinæ*, sur *Juniperus Sabina* (d'après Fischer) et aussi sur *J. Oxycedrus*, *J. virginiana*, *J. phœnicæa*, *Pinus Halepensis* (d'après Von Tubeuf).
Rœstelia... sur les *Cydonia vulgaris*, *Cratægus oxyacantha*, *Mespilus germanica*.	*G. confusum*, sur le *J. Sabina* (d'après Fischer).
Rœstelia lacerata, sur le *Cartægus oxyacantha*.	*G. clavariæforme* sur le *J. communis* (d'après Von Tubeuf).
Rœstelia cornuta et *penicillata* sur les *Pirus*, *Malus*, *Sorbus Aucuparia*, *S. Chamæmespilus*, *S. Aria*.	*G. tremelloides* = *G. conicum* = *G. juniperinum*, sur les *J. communis* et *nana* (d'après Von Tubeuf).

En tout, quatre espèces assez bien délimitées comme hôtes, mais moins bien toutefois au point de vue morphologique. Ce sont quelques-unes des cécidies formées par les *Rœstelia* que je vais étudier successivement dans les pages suivantes.

I

CÉCIDIES DU *RŒSTELIA LACERATA*.

Les écidies qui constituent ce *Rœstelia* attaquent les jeunes tiges, les pétioles, les feuilles, les pédoncules floraux et les jeunes fruits du *Cratægus oxyacantha* et du *C. monogyna*, qu'on peut d'ailleurs ne considérer que comme deux variétés d'un même type. Je les ai rencontrées en grande abondance, au printemps de 1897, aux environs de Reims, dans les haies d'Aubépine, à Rilly la-Montagne, à Muizon. à Jonchery-sur-Vesle. Ce qui me fait supposer que l'espèce est très répandue dans la région, c'est que chaque fois que je l'ai cherchée, à l'époque voulue, je l'ai rencontrée. Les Genévriers sont très abondants dans certaines localités de la même région et je les ai vus fréquemment attaqués au printemps par le *Gymnosporangium clavariæforme* à Rilly-la-Montagne.

L'attaque du *Rœstelia lacerata* se traduit par de fortes boursoufflures sur les parties infestées, qui sont accompagnées de courbures très frappantes.

Je vais passer en revue la structure des cécidies formées sur chaque organe de l'Aubépine.

1° — CÉCIDIES DE LA TIGE.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — Les rameaux attaqués sont toujours des rameaux jeunes, datant de l'année même. Du moins je n'ai pas vu de rameaux de l'année précédente ayant subi l'infection. C'est vers le mois de Juin que le Champignon fructifie ; son ensemencement doit dater de la fin d'Avril ou du commencement de Mai. Si l'on admet que les écidiospores sont destinées à faire passer la Rouille de l'Aubépine sur les Genévriers, c'est vers le mois de Juin que ces derniers doivent être contaminés : mais il semble qu'ils n'en laissent rien paraître au début, car les téleutospores mûres n'apparaissent sur ces Conifères qu'au mois d'Avril de l'année suivante. Deux suppositions sont dès lors faisables : ou bien les écidiospores tombant en Juin sur le Genévrier, y germent immédiatement et donnent naissance à un mycélium hybernant qui ne produit de téleutospores qu'au printemps suivant. Dans ce cas, c'est le mycélium qui remplace physiologiquement les téleutospores et qui joue le rôle de spore d'hiver. Ou bien l'écidiospore ne germe pas aussitôt, mais elle passe l'hiver (il paraît démontré que certaines spores de *Rœstelia* conservent longtemps leur pouvoir germinatif) et germe au printemps sur le Genévrier. Dans cette seconde alternative les rôles seraient tout à fait renversés, l'écidiospore devenant spore d'hiver et la téleutospore, spore d'été. Je n'ai pas trouvé de renseignements en faveur de l'une des hypothèses plus que de l'autre. La première paraît cependant plus vraisemblable. Il n'en est pas moins vrai que les *Gymnosporangium* présentent dans la date d'apparition de leurs stades successifs des divergences assez grandes d'avec les autres Urédinées.

Le rameau attaqué montre un gonflement assez considérable sur une longueur variable mais qui peut atteindre trois centimètres dans certains cas. Le diamètre de la tige est quelquefois quadruplé ou quintuplé au niveau de la cécidie. La coloration générale de la surface est brun-noirâtre au moment de la sporose.

Le gonflement est accompagné de courbure dans presque tous les cas, par suite du développement inéquilatéral des tissus hypertrophiés. Dans les haies où se trouvent les Aubépines on constate souvent que la convexité de la courbure est tournée vers l'extérieur de la haie ; l'arrivée de la sporidie et l'attaque s'étant faite de ce côté, le Champignon se développe mieux et plus rapidement sur la face de la tige tournée vers le dehors; l'hypertrophie y est plus accentuée, ce qui force la tige à prendre une forme arquée et à diriger son extrémité vers l'intérieur de la haie. Cependant il n'y a pas là de règle absolue.

Morphologie interne. — La structure de la cécidie est très intéressante si on la compare à celle de la tige normale. En prenant les précautions d'usage pour avoir des rameaux aussi comparables que possible, l'un attaqué, l'autre indemne, on peut, sur des coupes transversales, faire les observations suivantes :

a. — Épiderme.

L'épiderme normal (Pl. 3, fig. 1, *e*) forme une assise de cellules à paroi externe assez épaissie et nettement cutinisée. La cutinisation s'étend même à toute l'épaisseur de la paroi. Dans un bon nombre de cellules la membrane de la paroi externe envoie dans la cavité cellulaire un prolongement sous forme de doigt ou de mamelon, qui est également cutinisé. Je ne sais si ce fait est général dans les *Cratægus*, mais je l'ai observé à plusieurs reprises.

L'épiderme de la cécidie (Pl. 3, fig. 2, *e*) montre des parois externes moins épaisses et probablement moins bien cutinisées, car le vert d'iode ne se fixe qu'à certains endroits ; en beaucoup d'autres la cuticule reste incolore. La forme des cellules est irrégulière ; elles sont encore presque isodiamétriques et bien unies entre elles, ainsi qu'avec les assises sous-jacentes. Les épaississements internes cutinisés que j'ai signalés plus haut font toujours défaut.

En somme, l'épiderme de la cécidie montre une différenciation moins avancée que celui de la tige normale, aussi bien au point de vue chimique qu'au point de vue morphologique ; mais la taille des cellules est plus grande. Il semble que celles-ci gagnent en taille ce qu'elles perdent en perfection.

b. — Méristème subéro-phellodermique.

La première ébauche du méristème subéro-phellodermique est dans l'épiderme ainsi que le montre la jeune tige sur une coupe transversale. On voit toutes les cellules épidermiques (Pl. 3, fig. 1) subir un cloisonnement, et leur portion interne devient la cellule initiale du méristème circulaire. Sur les échantillons recueillis en Juin on trouve facilement ce début du liège. Mais l'épiderme de la cécidie ne présente rien de semblable ; il ne se forme ni liège, ni phelloderme, à son niveau, et de ce côté les différenciations en tissus secondaires sont nulles, ce qui concorde avec l'état de différenciation peu avancé de l'épiderme.

c. — Écorce.

L'écorce des jeunes rameaux de *Cratægus* se divise en deux couches. La plus externe consiste en 2-4 assises de cellules collenchymateuses (Pl. 3, fig. 1, *c*) dont les parois sont épaissies presque régulièrement sur tout le contour. Elles sont un peu aplaties dans le sens radial. Aucun méat bien visible ne les sépare ; enfin la couche de collenchyme est continue sur tout le pourtour de la tige.

La zone interne de l'écorce est formée de 6 à 8 assises de cellules semblables aux précédentes pour la forme et la disposition ; mais leurs parois sont minces et on aperçoit presque partout entre elles de petits méats triangulaires ; en outre, de distance en distance, il y a de véritables lacunes plus allongées dans le sens tangentiel que dans le sens radial. On rencontre aussi çà et là des cellules oxalifères à macles.

L'écorce de la cécidie (Pl. 3, fig. 2) montre, aux lieu et place du collenchyme, une zone de 2-3 assises de cellules diversement développées, isodiamétriques, à parois cellulosiques très minces, plus ou moins intimement unies entre elles, mais laissant toutefois çà et là quelques méats triangulaires, toujours très petits par rapport au diamètre des cellules.

La zone interne de l'écorce, où il n'est plus possible de discerner des assises distinctes, prend un accroissement tout-à-fait considérable. Les cellules y deviennent énormes, tandis que leurs parois cellulosiques restent très minces. Elles sont très peu et très mal unies entre elles, laissant toujours d'assez grandes lacunes qui les séparent, mais qui sont difficiles à saisir parce que d'autres cellules situées dans des plans inférieurs ou supérieurs à celui que l'on examine, paraissent les combler. Au premier abord, donc, ce parenchyme cortical paraît très compact, mais en réalité il mériterait le nom de parenchyme lacuneux. Son grand développement en épaisseur ne paraît pas dû à une multiplication abondante du nombre des éléments, mais bien plutôt à leur agrandissement. Cet agrandissement a lieu surtout dans le sens radial, de sorte que la longueur de ces cellules dépasse souvent 3 à 4 fois leur largeur. Un certain nombre d'entre elles présentent des cloisons perpendiculaires à leur grand axe, mais les cellules filles issues d'un tel cloisonnement restent toujours très intimement unies entre elles.

L'ensemble de l'écorce de la cécidie caulinaire, y compris la zone externe, constitue donc un parenchyme à éléments irréguliers, comme gonflés, hypertrophiés par la pléthore des matières emmagasinées dans leur intérieur. C'est un tissu à réserves où s'emmagasinent les aliments destinés à la nourriture du Champignon. A noter ici aussi l'arrêt dans la différenciation des cellules du collenchyme.

L'endoderme, pas plus dans la tige normale que dans la cécidie, n'est différencié, ni visible. Toutefois, il faut remarquer que les assises les plus internes de l'écorce (2 à 3), dans la cécidie, sont formées de cellules presque isodiamétriques, ce qui les distingue bien des cellules de la partie moyenne de l'écorce, qui sont allongées dans le sens du rayon.

d. — Péricycle.

Au mois de Juin, le péricycle de la tige du *Cratægus* se montre inégalement développé en tous ses points, bien qu'il forme une ceinture scléreuse continue tout autour du cylindre central. En effet, en face des faisceaux libéro-ligneux primitifs, il forme des arcs de sclérenchyme (Pl. 3, fig. 4, *p*), composés de fibres à parois fortement épaissies et lignifiées, à cavité réduite à un point, intimement unies entre elles, sans méats. Le vert d'iode leur donne toujours une teinte différente de celle du bois. Dans leur portion la plus épaisse, les arcs scléreux peuvent avoir jusqu'à 7 rangées de fibres. A la face interne de ces arcs, sur des points qui paraissent être dans le prolongement des principaux rayons médullaires secondaires, il arrive qu'une, deux ou trois cellules ne subissent pas la lignification et conservent leurs parois minces ; dans ce cas, ces éléments forment comme des encoches sur la face interne de l'arc scléreux.

Au niveau des rayons médullaires primaires, c'est-à-dire en des points alternant avec les arcs scléreux, le péricycle paraît n'être formé que d'une seule assise de cellules et avoir conservé sa simplicité primitive. Dans ce cas, ou bien ses éléments conservent leurs parois cellulosiques et minces, ce qui est le cas le plus rare, ou bien les cellules, qui ont un diamètre beaucoup plus grand que celui des fibres scléreuses, épaississent leurs parois et les lignifient tout en gardant une cavité interne d'une largeur très appréciable. La lignification de ces derniers éléments est toujours différente de celle des fibres scléreuses, et la teinte que leur donne le vert d'iode est plutôt voisine de celle qu'acquièrent les éléments du bois en présence du même réactif.

Si j'insiste sur la description de cette zone, c'est pour mieux montrer combien elle est différenciée dans tous ses points. Au contraire le péricycle de la cécidie se montre aussi peu différencié que possible. (Pl. 3, fig. 3, *p*). Les arcs atteignent, il est vrai, une plus grande taille et leur épaisseur, au moins au point de vue du nombre des éléments, est presque doublée. Mais toutes les cellules ont des parois *minces* et *cellulosiques*, à contour ovale ou arrondi ; elles laissent entre elles des méats de taille variable où circulent les nombreux filaments du mycélium parasite. A leur face interne, les arcs ne présentent plus les encoches citées plus haut ; enfin quelques cellules sont oxalifères (cristaux isolés ou mâclés).

Entre les arcs, au niveau des rayons médullaires primaires, rien ne distingue plus le péricycle des rayons eux-mêmes ; de sorte que la communication reste largement établie entre l'écorce et la moelle (Pl. 3, fig. 3, *r*).

Le péricycle a donc subi un arrêt dans sa différenciation, ce qui modifie profondément son aspect ; de tissu de soutien qu'il est à l'état normal, il devient dans la cécidie, en conservant une forme presque embryonnaire, un tissu à réserves nutritives ; il est le plus immédiatement en contact avec le parasite.

e. — Liber.

Le liber dans la tige normale est distribué en arcs accolés à ceux du sclérenchyme péricyclique (Pl. 3, fig. 4, *l*). Chaque arc est divisé en compartiments par les rayons médullaires secondaires, formés en général d'une seule rangée radiale de cellules, très distinctes des éléments du liber par leur diamètre beaucoup plus grand (Pl. 3, fig. 4, *r*). Dans l'intérieur des compartiments ainsi formés les tubes criblés sont répartis au milieu des cellules annexes.

Le liber de la cécidie caulinaire (Pl. 3, fig. 3, *l*) est remarquable par le grand développement que prennent les rayons médullaires, qui sont constitués par 2-3 rangées accolées de cellules de grande taille. Les compartiments délimités par ces rayons médullaires n'affectent plus la régularité et la symétrie que présentent ceux de la tige normale : on y voit des îlots libériens perdus au milieu d'un parenchyme à grandes cellules. Les uns sont au contact immédiat des faisceaux du bois, les autres plus rapprochés du péricycle ; dans ce cas le compartiment libérien est interrompu. Parfois cependant cette interruption n'a pas lieu, et le liber proprement dit s'étend sans discontinuité depuis le bord du bois jusqu'à celui du sclérenchyme, ainsi que cela a lieu dans la tige normale. Beaucoup de cellules des rayons médullaires sont oxalifères.

f. — *Méristème libéro-ligneux.*

Dans une tige normale le méristème libéro-ligneux secondaire est destiné à fonctionner pendant de longues années.

Dans la cécidie, au contraire, sa durée est éphémère, et, lorsque le Champignon produit ses spores, le cambium ne fonctionne déjà plus. La plus grande partie de l'hypertrophie est due à l'agrandissement anormal des cellules.

g. — *Bois.*

Dans la tige d'Aubépine, au mois de Juin, on voit le cercle ligneux divisé en un certain nombre de segments par les rayons médullaires primaires. Ce sont autant de faisceaux primaires. Les rayons médullaires primaires ne présentent, en général, dans leur partie la plus étroite que deux ou trois rangées de cellules, à parois épaissies et lignifiées. Les faisceaux ainsi limités par les rayons médullaires primaires sont eux-mêmes divisés en compartiments étroits par les rayons médullaires secondaires (Pl. 3, fig. 5) ne comportant généralement qu'une seule rangée radiale de cellules lignifiées. Les compartiments sont formés en grande partie de fibres ligneuses, à contour polygonal, intimement unies entre elles, à parois fortement épaissies et lignifiées, à lumière très réduite, et constituant des paquets qui sont intercalés aux vaisseaux du bois secondaire. Ceux-ci sont donc disposés en rangées radiales dissociées.

La région du bois secondaire dans la cécidie (Pl. 3, fig. 6) montre des rayons médullaires très larges, formés de 5-7 rangées de cellules à parois minces et cellulosiques, allongées radialement et montrant des méats, en un mot tout-à-fait semblables aux éléments du parenchyme cortical. Les rayons médullaires secondaires montrent 1-2 rangées de grosses cellules, semblables à celles des rayons primaires. Les compartiments du bois sont remplis par des rangées de vaisseaux à lumière petite, formant quelquefois des séries plus associées que dans le bois normal (Pl. 3, fig. 6, *b*). Les fibres ligneuses sont remplacées par un abondant parenchyme à cloisons cellulosiques minces et présentant quelques méats.

Le bois primaire de la tige normale est formé de vaisseaux en séries radiales, bien lignifiés et plongés dans un parenchyme à parois minces et cellulosiques.

Le bois primaire de la cécidie montre des vaisseaux rapidement résorbés plongés dans un parenchyme assez peu modifié. Ce parenchyme en effet est déjà différencié au moment de l'attaque du Champignon.

h. — Moelle et zone péri-médullaire.

Dans la tige normale ces deux régions diffèrent assez peu. Leurs cellules sont à parois subpolyédriques et lignifiées, épaissies assez uniformément sur leur contour et laissant entre elles de petits méats triangulaires très réguliers.

La moelle de la cécidie n'a qu'un tissu parenchymateux à cellules irrégulièrement arrondies, à parois minces, cellulosiques, à grands méats triangulaires, irréguliers. Cette moelle arrive à ressembler entièrement à l'écorce, sauf que ses cellules restent isodiamétriques.

i. — Mesures comparatives.

Si on essaie de faire des mesures comparatives de l'épaisseur des divers tissus à l'état normal et à l'état hypertrophié, on arrive, après avoir fait quelques moyennes, à des résultats approchant des suivants :

	Tige normale	Cécidie caulinaire	Rapport
Épiderme. . .	1	2,5	2/5
Collenchyme .	4	8	1/2
Écorce	6	100	1/16
Arc scléreux .	5	10	1/2
Liber.	6	14	3/7
Bois	29	35	6/7
Moelle	35	70	1/2

j. — Coupe longitudinale de la cécidie.

Je me suis contenté de donner jusqu'ici la disposition des éléments de la tige normale et de la cécidie caulinaire, sans préjuger, dans la plupart des cas, de la forme des éléments qui composent les diverses assises. Les coupes longitudinales compléteront les données précédentes.

La région qui, dans la cécidie, correspond au collenchyme, ne montre que des éléments courts. Ceci, combiné avec ce que l'on sait déjà d'après les coupes transversales, permet de conclure que les cellules de cette région sont isodiamétriques, ou à peu près. Dans la tige normale le collenchyme a des cellules très allongées. On saisit aussitôt la modification profonde qu'a subie ce tissu de par le fait de l'attaque du parasite.

L'écorce de la cécidie ne montre que des cellules courtes dans le sens longitudinal; elles sont au contraire plus allongées dans le sens transversal (sens radial des coupes transversales). Ceci concorde avec ce qu'avaient montré les coupes transversales. Les cellules de l'écorce prennent donc dans la cécidie la forme de cylindres irréguliers ou de boudins allongés dans le sens radial, tandis que, dans la tige normale, elles sont plus ou moins ovales et plutôt courtes dans le sens radial.

Le liber de la cécidie montre des tubes criblés généralement raccourcis, irréguliers, disposés assez irrégulièrement en files longitudinales tortueuses au milieu de cellules parenchymateuses plus ou moins irrégulières (Pl. 4, fig. 9). On voit que l'on est loin de la régularité affectée par les mêmes éléments dans les tiges normales (Pl. 4, fig. 10).

Le bois de la cécidie montre des vaisseaux en files irrégulières, quelquefois même isolés, au milieu d'un parenchyme irrégulier. La forme des vaisseaux est aussi très irrégulière : elle se rapproche plutôt de celle des cellules ordinaires du parenchyme qui les entoure et n'étaient leurs parois ponctuées et leur coloration par le vert d'iode, ces éléments seraient bien souvent méconnaissables. Certains mêmes d'entre eux ne se lignifient, ni ne revêtent de sculptures caractéristiques; leur forme, semblable à celle des vaisseaux voisins, leur position à la suite de vaisseaux différenciés permettent seules de les identifier avec des vaisseaux véritables.

Ils se sont arrêtés dans leur différenciation à un stade tout-à fait primitif (Pl. 4, fig. 12, *v'*). Quant aux fibres du parenchyme ligneux intercalées, dans la tige normale, aux vaisseaux (Pl. 4, fig. 11) et aux cellules des rayons médullaires, elles se sont arrêtées aussi dans leur différenciation, pour donner naissance à un pur parenchyme à réserves (Pl. 4, fig. 12).

k. — Localisation du parasite.

Il y a lieu aussi de rechercher quels sont les tissus qui donnent le plus particulièrement asile au mycélium parasite. On sait que le mycélium des Urédinées se trouve toujours dans les méats intercellulaires et que de là il envoie des suçoirs qui percent la paroi des cellules du parenchyme. Tout le parenchyme est donc susceptible de subir les attaques directes du parasite.

Cependant, le mycélium paraît beaucoup plus abondant sur certains points que sur d'autres, et ce fait m'a semblé constant pour admettre qu'il a des lieux de prédilection.

On trouve toujours les filaments en grande abondance et beaucoup plus développés que partout ailleurs dans la zone péricyclique, où le sclérenchyme se trouve transformé en simple parenchyme. L'abondance du mycélium est telle sur ce point que sur une coupe transversale on voit souvent les cellules péricycliques isolées les unes des autres et séparées par des masses mycéliennes assez larges.

Il se produit à ce niveau un ensemble qui n'est pas dépourvu tout-à-fait de ressemblance avec la zone à gonidies des Lichens hétéromères. Mais je me garderai bien d'insister sur une comparaison qui, à bien des points de vue, manquerait d'exactitude. Il est bon toutefois de faire ce rapprochement et de signaler cette ressemblance au moins lointaine.

C'est là un fait remarquable que le tissu qui, à l'état normal, paraît le moins propre à donner asile à un parasite, soit précisément celui que le *Rœstelia* ait choisi pour en faire un de ses domiciles préférés. De là le mycélium rayonne dans tout le tissu qui a été susceptible d'évoluer en parenchyme : mais ses filaments sont toujours de moins en moins abondants à mesure qu'on s'éloigne de ce point de départ.

Le péricycle forme ainsi une sorte d'anneau plus spécialement parasité, et c'est vers sa face externe que débutent les fructifications écidiennes. Rarement, cependant, la cupule est en contact par sa base avec le péricycle. Le fond des écidies repose généralement sur les assises les plus internes de l'écorce.

Un fait assez remarquable est encore à noter : les filaments du mycélium suivent, comme je l'ai déjà dit, les espaces intercellulaires, c'est-à-dire des chemins faciles à parcourir. Cependant quelques filaments paraissent préférer les voies plus difficiles ; j'ai rencontré à diverses reprises, sur des coupes transversales et surtout longitudinales, certains de ces filaments comme pincés entre deux cellules, en des points où je ne puis croire qu'il y ait eu de méat préexistant. Les filaments auraient dans ce cas, dédoublé les cloisons cellulosiques pour se frayer une voie plus pénible, il est vrai, mais qui les conduisait plus directement à un endroit favorable à la nutrition. Ces cas ne sont pas tellement rares qu'on ne puisse rencontrer dans la même cloison deux et même trois filaments agissant de la même façon à des niveaux différents.

Mais si le mycélium paraît être le plus abondant dans les méats de la zone péricyclique, il n'en est pas de même des suçoirs. Ces derniers qui sont des filaments courts pénétrant dans les cellules, sont en général peu nombreux dans chaque élément attaqué (un, rarement deux ou trois).

Mais dans les tubes criblés du liber ou dans les éléments de la même région qui ne présentent pas de cribles, mais qui sont probablement des équivalents des tubes criblés, les suçoirs sont tellement multipliés et tellement allongés qu'ils remplissent presque entièrement la cavité du tube.

Cet extraordinaire développement de l'appareil absorbant du parasite dans les éléments conducteurs du liber vient à l'appui de ce que l'on sait du rôle physiologique de cette région de la tige.

Si, ainsi que le pense la majorité des botanistes, et ainsi que M. Chauveaud (1) vient encore de le démontrer récemment, les éléments libériens sont conducteurs des matières albuminoïdes descendantes, ou si l'on veut encore, de la sève élaborée, on comprend immédiatement tout l'intérêt qu'a le parasite à ne pas laisser perdre une parcelle de ces matières si précieuses pour sa nutrition, et qu'il est incapable probablement de produire par lui même. La conséquence la plus immédiate de cette situation c'est donc la formation d'un puissant appareil d'absorption capable de capter au passage ces aliments.

---

(1) G. Chauveaud : *Sur le rôle des tubes criblés* (Rev. gén. de Botanique, T. IX, n° 108, p. 427, 1897).

Ainsi donc, si, d'une part, le parasite exerce une action immédiate, et pour ainsi dire de contact, sur la portion de la tige qu'il envahit (action qui amène la formation de la cécidie), il paraît vraisemblable, d'autre part, qu'il doit avoir une action à distance, sur les portions de la tige inférieures à la cécidie, puisqu'il leur enlève une partie notable, sinon la totalité, des matériaux nutritifs destinés à leur accroissement. Il y a là une série de recherches à instituer, que je ne décrirai pas ici pour ne pas m'écarter de mon sujet.

Je n'ai pas observé de suçoirs dans la cavité des vaisseaux, voie principale de la sève ascendante. Il est évident, à priori, que s'il en existe, ils doivent être bien moins nombreux que dans le liber, puisqu'ils ne serviraient qu'à capter une sève non encore élaborée.

L'étude des cécidies du *Rœstelia lacerata* sur la tige du *Cratægus oxyacantha* étant terminée, je vais décrire, avant de tirer des conclusions générales, les cécidies produites par le même Champignon sur les autres parties de la plante.

(A suivre).

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX
SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par Ch. **DASSONVILLE** *(Suite)*

AVOINE.

I. — ACTION COMPARÉE DE LA SOUDE ET DE LA POTASSE.

Ces cultures ont été faites dans les mêmes conditions que celles du Blé.

Elles ont donné des résultats analogues :

En présence des sels de soude, les tiges grêles, à nœuds très marqués, sont restées droites et bien vertes ; elles ont fleuri. Les racines sont courtes (4 cent.), non ramifiées, peu nombreuses.

Dans la solution normale de Knop, les plantes ont pris, dès le début, un très grand développement ; mais elles ont versé et ne sont pas arrivées au terme de leur évolution.

CONCLUSION. — Comme chez le Blé, *la potasse provoque la verse : la soude la prévient.*

MORPHOLOGIE INTERNE

1° **Racine.** A. *Solution potassique* (Voir page 60) la structure de la racine dans la solution de Knop).

B. *Solution sodée* (Voir fig. 56, Pl. 9).

Le nombre (10) des gros vaisseaux du cylindre central est plus grand que dans la solution de potasse. Celui des faisceaux de la périphérie est de 12. Tous ces vaisseaux sont lignifiés. Il en est de même des faces internes et latérales de l'endoderme.

CONCLUSION. — *Lorsque, dans la solution de Knop on remplace la potasse par la soude, l'endoderme de la racine se lignifie de bonne heure ; il en est de même des vaisseaux qui, en outre, deviennent un peu plus nombreux.*

2° **Tige** (2e entre-nœud inférieur). (Voir fig. 54, Pl. 9).

A. *Solution potassique.* (Voir fig. 53, pl. 9).

B. *Solution sodée.* — La moelle est formée de larges cellules polygonales ; elle renferme un petit faisceau central.

Comme avec la potasse, le méristème est abondamment cloisonné ; mais les faisceaux qu'il différencie sont répartis sur un seul cercle. Ils sont rapprochés les uns des autres au point d'être contigus ou séparés seulement par une ou deux petites cellules dont la lignification est toujours intense.

Les vaisseaux sont lignifiés ; ils ont un grand calibre et sont aplatis dans le sens tangentiel. Les deux larges vaisseaux latéraux de chaque faisceau sont réunis par une longue chaîne de vaisseaux plus petits, qui constituent d'importants éléments de soutien.

Au dos de chacun des faisceaux, le méristème lignifie ses cellules ; si bien que deux faisceaux qui ne sont pas absolument contigus semblent avoir à leur côté extérieur un véritable *tuteur* de cellules lignifiées. Quand les faisceaux se touchent, ils se trouvent comme enveloppés dans un manchon de tissu de soutien.

En présence de la soude, les tissus de la région inférieure de la tige se lignifient donc de très bonne heure, ce qui n'a pas lieu lorsque le milieu de culture est à base de potasse ; dans le premier cas, la plante acquiert un développement moindre, bien qu'assez important. Il suffit de comparer les fig. 53 et 54 pour saisir le rôle de la structure dans le soutien de la plante en présence de la soude.

Conclusion. — Dans certaines conditions d'expérience, *les sels de potasse déterminent la verse de l'Avoine parce que la lignification ne se produit pas ou est extrêmement retardée en leur présence ; les sels de soude conservent à l'Avoine sa verticalité en provoquant de bonne heure la lignification indispensable au soutien de la plante.*

3° **Feuille.** — La structure de la feuille s'est montrée identique à celle qui a été décrite pour la solution de Knop.

On voit par là que l'action comparée de la potasse et de la soude est la même chez l'Avoine que chez le Blé.

Ces deux séries d'expériences se complètent et se contrôlent mutuellement.

II. — Action du phosphate de potasse.

Le 30 mars, 12 grains d'Avoine sont semés dans des solutions à 0 gr. 125 — 0 gr. 250 — 0 gr. 500 de phosphate de potasse par litre de liqueur de Knop.

Les effets observés sont consignés dans le tableau suivant :

Doses	40^{e} jour		60^{e} jour			
	Organes aériens	Longueur des Racines	Longueur des Racines	Nombre des Entre-Nœuds	Largeur des Feuilles	Longueur des Tiges
$0^{gr}.125$	Sensiblement égaux	$0^{m}03$	$0^{m}04$	4	$0^{m}10$	$0^{m}26$
0.250		$0^{m}08$	0.11	5 et 6	$0^{m}15$	0.33
0.500		$0^{m}11$	0.25	5 et 6	$0^{m}16$	0.38

Les feuilles ont commencé à jaunir d'abord dans la solution la plus concentrée ; puis dans celle à 0.250 ; enfin, dans la plus faible.

Vers le 30 mai, les plantes *versent* dans la solution à 0.125.

Quelques jours après, c'est le tour des cultures à la dose 0.250.

Dans la liqueur à 0.500, les plantes ont séché, sans fleurir. Elles sont mortes vers le 15 juin ; mais les tiges sont restées droites.

Conclusion. — *Le phosphate de potasse active la végétation de l'Avoine en raison directe de sa dose.* (La dose optima n'a peut-être pas été atteinte). *A la dose* $\frac{0.500}{1000}$, *ce sel prévient la verse de la plante.*

III. — Action du silicate de potasse.

30 mars. 12 grains de Blé sont mis à germer dans des solutions renfermant 0 gr. 500 — 1 gr. — 2 gr. de silicate de potasse par litre de liqueur de Knop.

Dès les premiers jours, on constate que la croissance des organes est proportionnelle à la dose de silicate.

Le 30 mai, l'effet sur la végétation est moins appréciable. Les cultures se ressemblent ; toutefois, à la dose 2/1000, les feuilles sont moins larges et un peu moins longues.

Toutes ces Avoines ont versé.

Conclusion. — *Le silicate de potasse a peu d'action sur la croissance de l'Avoine. Il ne prévient pas la verse.*

IV. — Action du nitrate de potasse.

Dans des conditions analogues à celles que j'ai exposées pour le Blé, les diverses doses de nitrate ont donné chez l'Avoine des effets analogues, pendant quarante jours de végétation.

Plus tard, les comparaisons n'ont pu être établies : les plantes ont été envahies par les pucerons ; elles en ont souffert au point de ne pouvoir plus être comparées.

Le tableau suivant résume les faits recueillis le 11 mai (40me jour).

Doses	Longueur des racines	Feuilles	
		Nombre	Longueur
0.125	5 (1)	4	20
0.250	3	3	15
0.500	2	3	15
1.000	2	2	10

Ces résultats incomplets montrent encore que *le nitrate de potasse est défavorable à la croissance de l'Avoine.*

TOMATE.

I. — Action comparée de la potasse et de la soude.

Des graines de Tomate sont semées, d'une part, dans la solution potassique de Knop, d'autre part dans une solution sodée de Knop.

---

(1) Ces racines sont couvertes de poils absorbants très nombreux.

50me jour. — Dans la première solution, les feuilles commencent à jaunir ; les tiges ont trente centimètres de longueur. Dans la solution sodée, les tiges ne dépassent pas quinze centimètres.

Dans les deux cultures, la racine principale est rudimentaire (1 cent.) ; mais les racines adventives sont très développées, surtout dans la solution potassique.

Dans cette dernière, l'axe hypocotylé, très large, porte à sa surface un grand nombre de rugosités qui sont des ébauches de racines adventives. Ces organes se seraient probablement développés en grand nombre, si le grillage sur lequel reposaient les graines avait laissé un libre passage à l'axe hypocotylé, et si, au lieu d'être aqueux, le milieu avait été solide, apte à fournir aux racines un point d'appui pour enfoncer la plante.

Dans la solution sodée, l'axe hypocotylé ne présentait pas de rugosités analogues. L'examen histologique n'a pas montré d'ébauche de racines à ce niveau.

CONCLUSION. — *La soude favorise moins que la potasse la formation des racines adventives et la croissance des organes.*

MORPHOLOGIE INTERNE

1° **Racine**, *Solution potassique* (fig. 67, Pl. 11). — De chaque côté des vaisseaux primaires (*v.p*) on voit un métaxylème et du bois secondaire en si grande abondance que les coupes prennent la forme d'un 8 de chiffre. Le liber est refoulé dans la direction perpendiculaire aux faisceaux primaires. L'écorce a 6 assises de petites cellules. Les plus extérieures sont subérisés. L'assise pilifère fait défaut.

Solution sodée (fig. 66, Pl. 11). — Les formations secondaires sont très peu abondantes. La racine conserve sa symétrie par rapport à son axe. Au centre, on voit un massif de bois fortement lignifié, dans lequel les faisceaux primaires sont peu distincts du métaxylème et des vaisseaux secondaires, d'ailleurs rares.

Les cellules de l'écorce sont plus grandes que dans la solution potassique ; mais elles ne forment que 4 assises. L'assise sub-périphérique, seule, est lignifiée. L'assise pilifère est persistante.

CONCLUSION. — *Comparée à la potasse, la soude retarde le dévelop-*

pement des formations secondaires. Elle diminue le nombre des cellules de l'écorce et elle leur donne de plus grandes dimensions ; en un mot, elle entrave le cloisonnement cellulaire.

2° **Axe hypocotylé.** — Dans les deux cas, le passage de la racine à la tige se fait très rapidement. Le conjonctif apparaît : il sépare l'un de l'autre les faisceaux primaires et refoule à la périphérie le bois secondaire. Puis, il écarte en *y* les faisceaux primaires qui subissent aussitôt leur rotation.

Pendant que la rotation s'opère, la zone périmédullaire s'ébauche et différencie deux paquets de liber interne qui se placent dans un plan perpendiculaire au plan primitif des faisceaux primaires.

En face de la situation que chacun d'eux occupe, l'assise génératrice active ses cloisonnements et refoule, latéralement, les faisceaux de bois.

Lorsque la rotation est effectuée, l'axe est constitué par quatre coins de bois équidistants dont les sommets intérieurs, occupés par les vaisseaux primaires, sont reliés deux à deux par du liber interne.

L'assise génératrice se cloisonne alors tout autour de l'organe et différencie un anneau fermé de bois.

Dans les deux tiers inférieurs de l'axe hypocotylé, le bois ainsi constitué possède, dans la solution potassique, des vaisseaux plus larges (fig. 68, Pl. 11) que dans la solution sodée (fig. 69, Pl. 11) ; mais la lignification des éléments est beaucoup plus intense en présence de la soude, et atteint un plus grand nombre des segments engendrés par l'assise génératrice.

On voit aussi, dans ce dernier cas, des fibres péricycliques(*scl*) très épaisses et très fortement lignifiées dont on ne trouve pas trace en présence de la potasse.

Mais, en approchant des cotylédons, la lignification perd très rapidement de son importance : la lignification du bois devient inférieure à ce qu'elle est dans la solution de potasse. Toutefois les fibres péricycliques persistent jusqu'à l'origine de l'axe épicotylé.

3° **Axe épicotylé.** — *3e Entre-nœud supérieur.* En présence de la soude (fig. 70, Pl. 11), on compte cinq faisceaux principaux à vaisseaux petits, très lignifiés, adossés aux cloisonnements de l'assise génératrice. Ces cloisonnements ont de grandes dimensions entre les faisceaux; ils se différencient parfois en vaisseaux qui sont répartis sans ordre. Les cellules du péricycle sont grandes.

Dans la solution potassique (fig. 71, Pl. 11), l'appareil vasculaire est constitué par sept grands faisceaux à vaisseaux très larges et à paroi peu lignifiée. Entre ces faisceaux, l'assise génératrice n'est pas différenciée. Ses cellules sont très nombreuses et petites; celles du péricycle ont aussi de faibles dimensions.

Les différences sont aussi très grandes dans l'écorce. Comparée au cylindre central, l'écorce a des dimensions réduites dans la solution à la potasse. Sous un épiderme cutinisé on voit une assise de collenchyme, puis, au-dessous, des assises de cellules qui laissent entre elles des espaces assez grands, remplis de liquide. L'endoderme n'est pas différencié.

Dans la solution sodée, les dimensions de l'écorce sont plus grandes. Cela tient uniquement à l'augmentation du diamètre des cellules. L'épiderme n'est pas cutinisé. Il n'y a pas de collenchyme. Les cellules des deux assises sous-jacentes sous-épidermiques laissent entre elles des espaces remplis de liquide, beaucoup plus petits que dans la solution potassique. Enfin, les cellules des assises profondes ont des dimensions particulièrement grandes. Elles ont des méats aérifères.

CONCLUSION. — *La soude diminue le nombre et l'importance des vaisseaux de l'axe épicotylé. Elle accroît les dimensions des cellules de l'écorce, diminue les espaces intercellulaires. Elle ne provoque pas l'apparition d'un collenchyme sub-épidermique et ne cutinise pas l'épiderme.*

En somme, la soude se montre beaucoup moins favorable que la potasse au développement de la Tomate.

Son action sur la structure est très différente de l'action de la potasse.

Entre autres, elle fait apparaître dans les régions inférieures de l'axe hypocotylé des fibres péricycliques qu'on ne retrouve pas quand le milieu contient de la potasse ou qui, dans tous les cas, ne se forment que très tard. Elle lignifie aussi plus fortement les faisceaux, dans cette même région.

Ces faits ne sont pas sans analogie avec ceux que j'ai constatés chez l'Avoine et chez le Blé. Il est intéressant de remarquer que chez ces trois espèces (Tomate, Avoine et Blé) la soude a montré la propriété manifeste de provoquer de très bonne heure la formation des tissus de soutien dans les régions inférieures de la tige.

Or (nous l'avons déjà dit), par l'analyse, M. Is. Pierre a constaté que la soude n'existait pour ainsi dire que dans les régions inférieures de la plante. Il en a conclu que n'arrivant pas aux régions en voie de croissance, ce corps n'était pas indispensable et ne devait jouer qu'un rôle accessoire.

C'est évidemment un rôle accessoire qu'ont joué les tissus de soutien provoqués par la soude chez la Tomate ; mais chez l'Avoine et le Blé, ce rôle devient très important, puisque c'est par le développement précoce de ces tissus que la plante a pu se maintenir droite et suivre le cours complet de son évolution.

En présence de ces faits, n'est-il pas permis de penser que, si la potasse joue le rôle principal dans le développement des végétaux, la soude doit, dans certains cas, lui venir en aide à titre de correctif, en étayant les divers organes que la potasse concourt à former?

II. — ACTION DU NITRATE DE CHAUX. DOSE OPTIMA.

J'ai mis germer des graines de Tomate dans les liqueurs renfermant respectivement 0 gr. 250. 1 gr., 2 gr., 3 gr., 10 gr. de nitrate de chaux par litre de liqueur de Knop.

La hauteur des tiges, au bout de 50 jours de végétation, est la suivante :

Dose :	0 gr. 250.	30 centimètres
	0 gr. 500.	45 »
	1 gr.	55 »
	2 gr.	60 »
	3 gr.	22 »
	10 gr.	11 »

Le nombre des feuilles et leurs dimensions sont en rapport avec la hauteur des tiges.

On voit ainsi que la dose 3 gr. devient très préjudiciable au développement, alors que celle de 2 gr. donne une végétation luxuriante.

Conclusion. — *Le nitrate de chaux est favorable à la végétation de la Tomate. Sa dose optima est de 2 grammes par litre de solution de Knop.*

CHANVRE.

I. — ACTION DU SULFATE DE MAGNÉSIE. OPTIMUM.

Les expériences ont été mises en train le 5 mai 1896. Elles ont porté sur 42 graines semées, par six, dans les milieux suivants :

Eau distillée. — Solution aqueuse de sulfate de magnésie à 1/1000 — Liqueur de Knop sans sulfate de magnésie. — Liqueur de Knop avec sulfate de magnésie 0.250 — 0.500 — 1 — et 10 grammes par litre de solution.

Le schéma suivant représente les dimensions respectives des tiges après 10, 13, 24 jours de végétation.

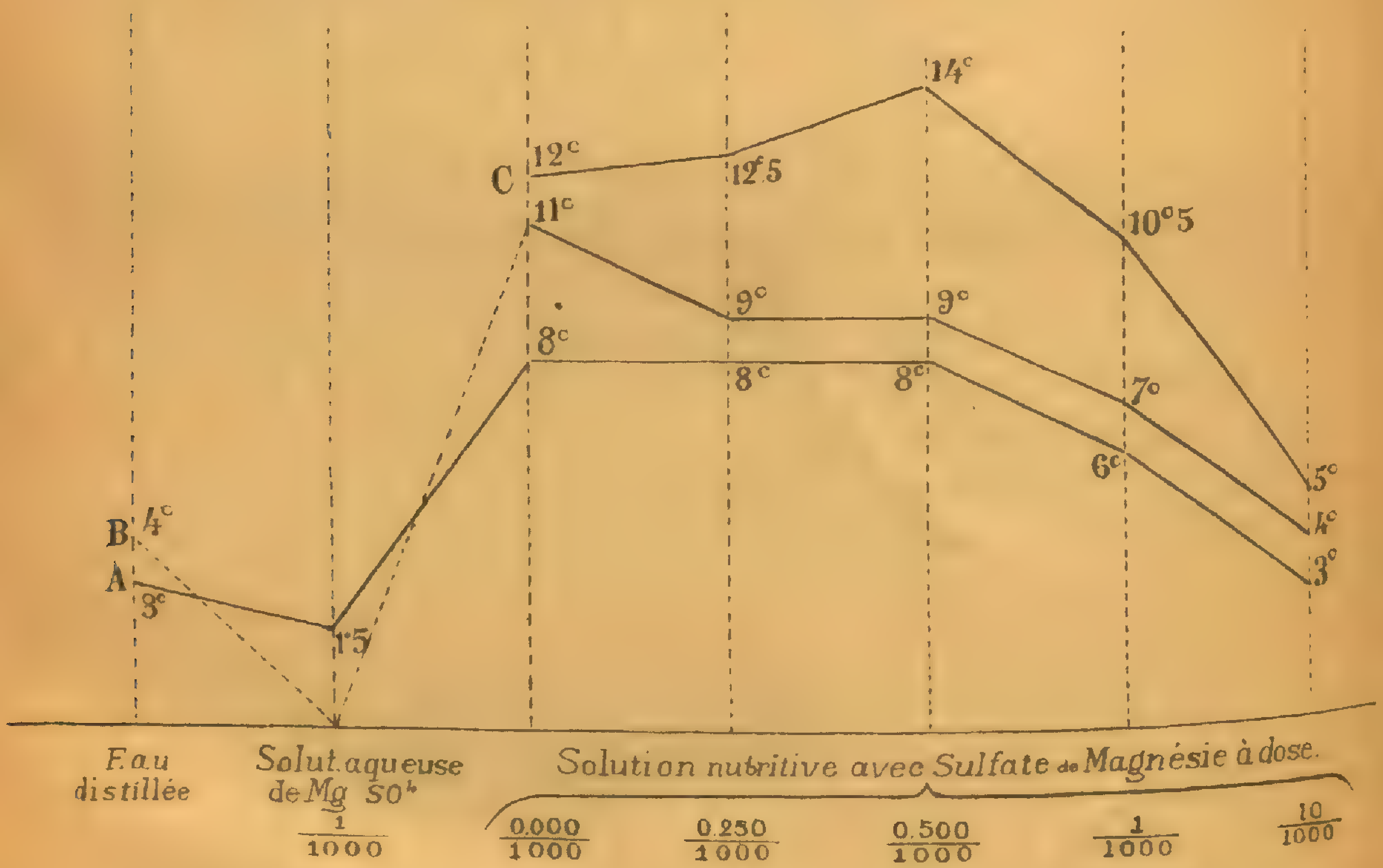


Fig. 27. — Courbes montrant les dimensions des tiges de Chanvre cultivées dans divers milieux après 10 jours (A), 13 jours (B) et 24 jours (C) de végétation.

10e jour. — La courbe A montre un égal développement dans la liqueur de Knop, aux doses de sulfate 0.250 et 0.500. Elle fait voir l'action nuisible d'une dose concentrée (1 et 10/1000) et la toxicité de ce sel quand il n'est pas uni aux autres substances minérales.

Les cotylédons et les deux premières feuilles sont bien étalés dans toutes les cultures.

13e jour. — (Courbe B). Les Chanvres meurent dans la solution de sulfate de magnésie pure. L'optimum se montre dans la solution nutritive qui ne contient pas de sulfate de magnésie.

24e jour. — (Courbe C). La vie a cessé, dans l'eau distillée. Dans la solution de Knop sans sulfate les plantes commencent à jaunir. Le maximum est déplacé ; on le constate à la dose de $\frac{0.500}{1000}$. Dans cette culture les radicelles sont très nombreuses. La tige possède deux entre-nœuds. Le supérieur a 2 centimètres, alors qu'il ne dépasse pas 0.5 dans les solutions à 0.250/1000 et à 1/1000. La dose 10/1000 est manifestement nuisible : les racines sont petites, peu vigoureuses ; la tige et les feuilles sont rudimentaires.

A partir de cette époque, le maximum a persisté à la dose $\frac{0.500}{1000}$

45e jour (16 juin). — Les plantes privées de magnésie n'ont plus que deux paires de feuilles qui soient vertes. Les autres sont desséchées, comme grillées.

A la dose de 0.250 et surtout à celle de 0.500, les plantes sont vigoureuses et portent 10 paires de feuilles.

A 1/1000, les feuilles jaunissent sur les bords ; les limbes sont parsemés de taches blanc-poudreux ; les tiges n'ont que 7 entre-nœuds.

62e jour (7 juillet). — A la dose $\frac{0.5}{1000}$, les tiges dépassent 50 centimètres.

Dans toutes ces cultures, les feuilles de la 2e paire supérieure sont les mieux développées. Leur comparaison donne une idée très approchée du rapport qu'ont entre eux les autres organes.

Ces feuilles sont représentées par les figures 72, 73, 74, 75, 76 (Pl. 12). L'ordre suivant lequel elles sont classées est celui des doses décroissantes de sel. On constatera l'atrophie de la feuille à la dose $\frac{10}{1000}$ (fig. 72), le développement maximum à la dose $\frac{0.500}{1000}$ (fig. 74), le faible développement en l'absence de sulfate de magnésie (fig. 76). Dans ce dernier cas, bien que les dimensions de la feuille ne soient pas les plus petites parmi toutes les cultures (comparez fig. 76 et 72), il est à remarquer que les folioles de la base sont toujours rudimentaires.

Enfin, à 10/1000, les racines montrent une tendance très accusée à se ramifier régulièrement de chaque côté, en figurant un double peigne. Cette tendance n'a pas été constatée dans les autres cultures.

Conclusion. — *Chez le Chanvre les solutions pures de sulfate de magnésie sont toxiques.*

L'eau distillée n'entretient la vie que pendant une courte durée.

L'absence du sulfate de magnésie dans une solution renfermant les autres éléments nutritifs semble favorable au début de la végétation.

Plus tard, ce sel se montre indispensable ; mais il possède une action nuisible quand il dépasse la proportion 0.5/1000, qui est optima.

MORPHOLOGIE INTERNE

J'ai comparé entre elles : les plantes de la liqueur de Knop sans sulfate de magnésie, celles de la solution à 0.5/1000, et celles de la solution à 10/1000.

1° Racine. A. *Sans sulfate de magnésie.* — α. *Région moyenne* (fig. 83, Pl. 13). L'écorce (*ec*) est ronde, à méats. L'endoderme (*end*) n'est pas différencié. Le péricycle a trois assises de cellules, au dos du liber (*l*); sept ou huit au dos des faisceaux.

Il y a deux faisceaux primaires (*vp*), laissant au centre quelques cellules de moelle légèrement lignifiées.

Le métaxylème et les formations secondaires sont à peine ébauchés.

β. *Région supérieure* (fig. 85, Pl. 13). Dans sa région la plus différenciée, les deux faisceaux primaires ont relativement un grand développement et se rejoignent au centre. Les vaisseaux du métaxylème (*vmx*), noyés au milieu de fibres lignifiées, sont peu nombreux. Les vaisseaux secondaires (*vs*), rares, sont peu épaissis. L'assise génératrice (*ag*) est peu développée. Il en est de même du liber. L'écorce est réduite à un nombre restreint de cellules petites; son assise extérieure est subérisée à sa face externe et sur ses faces latérales.

B. *Avec* $\frac{0.5}{1000}$ *de sulfate de magnésie.* — α. *Région moyenne.* — Vers le milieu de la racine (fig. 84, Pl. 13), on constate une différenciation très grande, bien plus avancée même qu'au niveau supérieur de la racine privée de sulfate de magnésie.

Les faisceaux primaires ont six à huit vaisseaux dont les plus approchés du centre ont une large section. Le métaxylème est très abondant ; il en est de même des formations secondaires.

L'assise génératrice fonctionne très énergiquement, le liber est très abondant.

En comparant les figures 84 et 83, on doit conclure que l'*absence du sulfate de magnésie provoque un retard dans le développement des divers appareils de la racine, considérée en sa région moyenne.*

β. *Région supérieure.* — Au niveau supérieur de la racine, la structure est encore plus différenciée. Mais les vaisseaux primaires sont très peu développés ; l'appareil vasculaire est presque exclusivement constitué par du bois secondaire.

C'est là un fait intéressant à noter, parce que les vaisseaux primaires de cette région étaient les seuls qui fonctionnaient au début de la végétation, à l'époque où nous avons constaté que le sulfate de magnésie retarde la croissance de la racine.

La comparaison des figures 83 et 85 nous montre, au contraire, qu'en l'absence du sulfate de magnésie, ces vaisseaux primaires forment dans la région supérieure un système important ; or, nous avons vu plus haut que ces plantes se sont bien développées dès le début de la végétation.

Il n'est donc peut-être pas invraisemblable de penser *que le sulfate de magnésie ralentit la végétation au début, parce qu'il retarde la différenciation des faisceaux primaires de la racine.* Et comme il hâte le développement des formations secondaires, on conçoit que la croissance devienne très grande dès que celles-ci ont donné naissance à un système vasculaire important.

2° **Axe hypocotylé.** — Il suffira de comparer les figures 34 et 35 de la Planche 6, pour voir, qu'en l'absence du sulfate de magnésie, les formations secondaires de l'axe hypocotylé subissent encore un retard.

Conclusion. — *Le sulfate de magnésie active le développement et la différenciation des formations secondaires de l'axe hypocotylé.*

3° **Axe épicotylé** (*4e entre-nœud supérieur*). — A. *Sans sulfate de* *magnésie* (fig. 86, Pl. 13). La tige est cylindrique. La moelle, creuse en son centre, est circonscrite par un anneau de bois secondaire. Les faisceaux primaires (*vp*) sont à peine marqués. On ne reconnaît guère leur place qu'à des paquets de petites cellules appartenant à la zone périmédullaire.

L'anneau de bois secondaire a des vaisseaux peu nombreux, répartis sans ordre. Le liber forme un anneau continu ; les tubes criblés sont répartis irrégulièrement. Il renferme quelques canaux sécréteurs de petit diamètre.

Le péricycle forme des paquets peu importants de sclérenchyme disséminé sur toute la circonférence.

Les cellules des deux assises extérieures de l'écorce sont légèment sclérifiées et aplaties tangentiellement. Il en est de même des cellules de l'épiderme, qui sont légèrement cutinisées.

B. *Sulfate de magnésie. 0.5/1000* (fig. 87, Pl. 13). La tige est cannelée, à quatre crêtes bien saillantes, séparées par de profonds sillons.

Au centre, la moelle (*m*) différencie quatre arcs de cellules allongées radialement et plusieurs fois divisées. La rencontre de ces arcs deux par deux forme un petit losange à l'intérieur duquel les cellules perdent leur forme polygonale, se plissent et tendent à se lignifier.

L'appareil vasculaire est représenté par des faisceaux (*vp*) ayant 3, 4, 5 et jusqu'à 8 files radiales de vaisseaux à paroi très lignifiée. Les plus importants de ces faisceaux correspondent aux proéminences de la tige. Les cellules de l'assise génératrice forment un anneau large de parenchyme.

En un mot, il y a localisation très nette de l'appareil circulatoire en faisceaux bien distincts.

Le liber présente une disposition analogue. Il a des canaux sécréteurs très larges et très nombreux.

Le péricycle forme une épaisse couronne de fibres scléreuses.

L'écorce comprend un plus grand nombre d'assises au niveau des cannelures. Elle est fortement sclérifiée. L'épiderme est très cutinisé. La section de ses cellules est ronde.

C. *Sulfate de magnésie 10/1000.* — A cette dose, on retrouve avec la forme cannelée, la même tendance à la formation de faisceaux isolés. La moelle persiste ; ses cellules sont très irrégulières. L'assise génératrice est peu épaisse ; le liber peu développé. Les fibres péricycliques sont moins sclérifiées qu'à dose faible ; leur répartition est irrégulière.

L'écorce est parenchymateuse en certains endroits ; ailleurs elle est sclérifiée.

En somme, l'examen des coupes montre une tendance à la disposition que j'ai décrite à la dose de 0.5/1000 ; mais il semble que la proportion élevée du sulfate de magnésie ait entravé le développement des cellules et nui à leur complète différenciation.

Conclusion. — A dose optima, le sulfate de magnésie tend *à grouper les éléments de l'appareil circulatoire de la tige en faisceaux bien distincts ; il accroît les dimensions et le nombre des canaux sécréteurs, favorise le développement des fibres péricycliques, sclérifie l'écorce et lui donne un développement inégal ; enfin, il modifie le centre de la moelle.*

COURGE

Des Courges cultivées dans une solution de Knop sans phosphate de potasse ont pris un développement beaucoup moindre qu'en présence de ce sel. Leurs racines, en particulier, sont restées rudimentaires.

Morphologie interne

Les différences anatomiques sont peu considérables.

1° **Racine.** A. *Avec phosphate.* — Les parois de l'assise subéreuse de l'écorce ne sont pas différenciées. L'endoderme présente des traces de lignification seulement au niveau des faisceaux ligneux ; au dos du liber, il n'est pas différencié. Quelques cellules du péricycle sont épaissies au niveau de ce dernier tissu.

Les vaisseaux des quatre faisceaux primaires sont disposés en files radiales. L'assise génératrice fonctionne activement au niveau du liber.

B. *Sans phosphate.* — La paroi externe et les faces latérales de l'assise subéreuse sont fortement lignifiées. Toutes les cellules de l'endoderme possèdent, sur tout le pourtour du cylindre central, des cadres d'épaississement qui divisent en deux les faces transverses et les faces latérales. Le péricycle n'est nulle part épaissi. Les vaisseaux des quatre faisceaux primaires sont réunis en massifs.

2° **Tige** (4e *entre-nœud supérieur*). — La tige possède, dans les deux cas, 10 faisceaux collatéraux placés en alternance sur deux cercles concentriques. Ces faisceaux sont incomparablement plus développés en présence du phosphate, qu'en l'absence de ce sel. Les vaisseaux ligneux sont surtout remarquables par leur diamètre qui est au moins cinq ou six fois plus grand dans le premier cas que dans le second.

Enfin, dans la liqueur privée de phosphate, les formations péricycliques sont petites et légèrement épaissies, tandis qu'elles sont relativement grandes et minces dans la liqueur nutritive complète.

Les axes hypocotylés ne diffèrent entre eux que par les dimensions des éléments.

Ces différences ne sont pas assez considérables pour légitimer des conclusions.

AUBERGINE.

ACTION DU NITRATE DE POTASSE.

Des Aubergines semées, au mois d'août, dans des solutions renfermant respectivement $0^{gr}\cdot125$, $0^{gr}\cdot250$, $0^{gr}\cdot500$ de nitrate de potasse par litre de liqueur de Knop ont donné des plantes d'autant mieux développées qu'elles renfermaient moins de nitrate de potasse.

Au bout d'un mois, les dimensions de ces plantes étaient inversement proportionnelles à la dose de nitrate employée. L'époque avancée de la saison ne m'a pas permis de prolonger l'expérience. On peut conclure, toutefois, *que le nitrate de potasse est nuisible au développement de l'Aubergine, au moins au début de la végétation.*

VOLUBILIS

ACTION DU NITRATE DE POTASSE.

Le 29 avril 1896, des graines de Volubilis (*Ipomœa Volubilis*) sont semées dans les conditions suivantes :

15 graines — dans la solution de Knop.

30 graines — dans une solution de Knop sans nitrates. (Le nitrate de potasse est supprimé : le nitrate de chaux, remplacé par la dose de chaux qu'il contient).
10 graines — dans une solution de Knop renfermant 0gr.750 de nitrate de potasse par litre.
5 graines — dans une solution de Knop renfermant 1gr.250 de nitrate de potasse par litre.

10 mai. — Les cotylédons sont bien étalés dans la culture privée de nitrates ; les axes hypocotylés ont quatre centimètres.

Les cotylédons s'ouvrent à peine, dans la solution de Knop ; les axes hypocotylés ne dépassent pas trois centimètres.

Dans les cultures renfermant de fortes doses de nitrate de potasse, la végétation est moins avancée.

Conclusion. — *Les nitrates retardent la croissance du Volubilis au début de la végétation.*

Je fais deux séries des trente plantes qui poussent dans la liqueur privée de nitrates :

1° Quinze de ces plantes continuent à vivre dans les conditions où elles ont été placées jusqu'à présent.

2° Aux quinze autres, j'ajoute 0.250 de nitrate de potasse par litre de solution aqueuse.

Voici dès lors ce qui se passe :

Ces dernières prennent un développement considérable ; bientôt elles dépassent les plantes privées de nitrates et ont, sur toutes les cultures, une supériorité manifeste qui dure jusqu'au 15 mai.

15 mai. — Les plantes qui vivent depuis le début de l'expérience dans la solution de Knop commencent à pousser très vigoureusement ; si bien que, le 25 mai, elles sont les mieux développées de toutes les cultures.

25 mai. — Enfin, c'est le tour des cultures concentrées en nitrate de potasse de croître avec la plus grande vigueur : le 20 juin, elles ont un grand avantage sur toutes les autres plantes, ainsi que l'expriment les mesures suivantes recueillies à cette époque :

(20 juin).

	SANS AZOTATES	AZOTATES AJOUTÉS LE 29 MAI	AZOTATES 0.250	AZOTATES 0.750 ET 1.250
Longueur de la racine principale	1 mètre	0^{m}30	0^{m}70	0^{m}03
Radicelles et racines adventives	rares	Assez nombreuses, uniformes, 0^{m}40	Très nombreuses, de longueur variable	nombreuses 0^{m}30
Longueur de la tige	0^{m}18	0^{m}50	1^{m}50	0^{m}80
Nombre des entrenœuds	7	12	14	26

A partir du 20 juin, les cultures à la dose 0$^{gr.}$750 et à la dose 1$^{gr.}$250 restent constamment identiques.

Les feuilles développées sont toutes semblables pour une même plante et pour chaque culture.

J'ai représenté (fig. 81, pl. 12) une feuille de la culture privée d'azotates (fig. 18, pl. 12), celle de la dose 0.750 ; (fig. 18, pl. 12), celle de la dose 1.250 (19 juillet).

CONCLUSION. — *Au début, le nitrate de potasse retarde la croissance des organes feuillés proportionnellement à sa dose. Plus tard il est très favorable à la croissance de la plante. Malgré son action retardatrice du début, il est indispensable dès la germination*, puisque son action fertilisante ultérieure est relativement faible quand le nitrate n'entre dans la composition du milieu qu'à une période assez avancée du développement.

En examinant le tableau ci-dessus, on voit en outre ceci : *Le nitrate de potasse nuit constamment au développement de la racine principale et proportionnellement à sa dose; mais, il active la croissance des radicelles et celle des racines adventives.*

Cet effet différent sur la racine principale et sur les racines adventives est probablement la cause des résultats inverses que l'on constate dans le développement des organes aériens suivant qu'on observe ces résultats au début de la végétation ou à sa fin.

PIN

10 août 1896. — Des graines de Pin maritime sont semées dans les milieux suivants :

Eau distillée.
Liqueur de Knop sans phosphate de potasse.
» sans nitrates.
» normale.
» avec 1 gr. 5 de nitrate de chaux par litre.

15 septembre. — Les plantes dépérissent dans l'eau distillée et dans la solution privée de phosphate. Les feuilles jaunissent. Les organes aériens sont moins développés que dans les autres cultures.

Les racines ont les dimensions suivantes :

Eau distillée, 2 centimètres.
Liqueur sans phosphate, 2 centimètres.
» sans nitrates, 23 »
» de Knop, 20 »
» » avec nitrate de chaux 1 gr. 5. — 15 cent.

Quelques jours plus tard, les deux premières cultures meurent. Vers le 15 octobre, c'est le tour des plantes privées de nitrates. Les racines de ces dernières ont pourtant 35 cent., longueur que les autres plantes n'ont jamais atteinte. Les organes aériens sont moins développés que dans les deux derniers milieux.

Conclusion. — *Les nitrates retardent la croissance de la racine du Pin ; ils favorisent celle de la tige. Ces sels sont indispensables à la végétation de cette plante.*

30 novembre. — La végétation se ralentit dans le milieu riche en nitrate de chaux. Les dimensions respectives des plantes sont les suivantes :

	Racines	Tiges
Solution de Knop	30 cent.	8 cent.
Solution de Knop avec excès de nitrate de chaux.	15 cent.	5 cent.

CONCLUSION. — *A la longue, une forte quantité de nitrate de chaux est donc préjudiciable.*

Remarque. — On peut se demander si cet effet est dû à un excès d'acide azotique ou à un excès de chaux.

S'il est dû à l'excès d'acide azotique, on doit conclure, en raison des résultats obtenus en l'absence des nitrates, que les doses suivant lesquelles l'acide azotique peut entrer dans la constitution du milieu varient dans des limites assez étroites, comprises entre 0 et 1gr.5.

Si l'action nuisible doit être rapportée à la chaux, on est conduit à penser que l'état sous lequel ce corps se présente dans le milieu a une grande importance, puisque le Pin croît généralement bien dans les sols riches en chaux.

Cette expérience nécessite donc de nouvelles recherches. J'ai cru devoir, cependant, signaler ces résultats, parce que l'étude d'un sujet vaste ne consiste pas forcément à formuler des conclusions immédiates, mais ausi bien à poser les divers problèmes que fait naître à chaque instant cette étude.

MORPHOLOGIE INTERNE

L'examen de la structure m'a montré, qu'en présence d'une forte dose de nitrate de chaux, le bois secondaire de la tige est extrêmement lignifié. Dans la liqueur de Knop, le bois secondaire ne présente pas trace de lignification.

Les résultats obtenus dans la culture du Pin peuvent être résumés ainsi :

CONCLUSION. — *L'acide phosphorique est indispensable à la végétation du Pin. Les nitrates sont également indispensables, bien que, dès le début, en leur absence, les racines se développent mieux que dans les milieux contenant des nitrates. Une dose un peu forte de nitrate de chaux est préjudiciable, sans qu'il soit possible de dire, quant à présent, si l'action nuisible tient à l'excès d'acide azotique ou à l'excès de chaux. Le nitrate de chaux hâte la lignification du bois.*

CONCLUSIONS DU DEUXIÈME CHAPITRE

En groupant les divers résultats fournis par chacune de ces expériences, on aboutit aux conclusions suivantes :

SULFATE DE MAGNÉSIE

Le sulfate de magnésie retarde la croissance au début ; plus tard, il se montre indispensable (Lupin, Ricin, Chanvre).

Chez le Ricin, cette action retardatrice porte surtout sur la croissance de la racine terminale. Cet organe reste atrophié. Plus tard, naissent des racines adventives, en nombre d'autant plus grand que le milieu contient plus de sulfate de magnésie; les organes aériens se développent alors en proportion directe de la croissance de ces organes adventifs.

Chez le Chanvre, l'action retardatrice du début se manifeste encore très nettement sur la racine. Elle porte sur les faisceaux primaires, qui se développent peu, en présence du sel. Mais le sulfate de magnésie active le développement des formations secondaires et, par suite, la végétation, quand le bois secondaire vient suppléer à l'insuffisance du bois primaire.

PHOSPHATE DE POTASSE.

Le phosphate de potasse est indispensable à la végétation (Lupin, Ricin, Seigle, Blé, Avoine, Courge, Pin). Il favorise le développement des racines proportionnellement à sa dose (Blé, Avoine). La forme de ces organes est caractéristique quand le milieu est dépourvu de phosphates (Lupin, Blé, Avoine, Courge, etc).

Les doses fortes de phosphate de potasse empêchent la verse de l'Avoine et du Blé.

Les modifications de structure que provoque ce sel sont parfois peu importantes, même quand son action sur la morphologie externe est très grande (Courge). Le plus souvent ces modifications sont profondes : chez le Ricin, le phosphate de potasse restreint le conjonctif central : il supprime la moelle; l'appareil vasculaire devient axile. Ce sel provoque la formation d'arcs épais de fibres scléreuses au dos du métaxylème et retarde la lignification de l'endoderme. Quand il fait défaut, naissent des modifications du contenu des cellules de l'écorce ; des éléments sécréteurs apparaissent dans le métaxylème. Le phosphate favorise, en outre, le développement des couches génératrices cambiales de la tige ; il joue un rôle important dans la différenciation des fibres péricycliques de l'axe hypocotylé.

La principale action du phosphate de potasse sur la structure du Blé est du même ordre : Il lignifie très fortement le cylindre central de la racine et le méristème de la tige, effet de la plus haute importance, car il empêche la plante de *verser*. Enfin, il augmente le nombre des assises de l'écorce.

Chez le Seigle, en l'absence de phosphate, le cylindre central de la racine reste entièrement parenchymateux ; l'écorce est subérisée dans toute son étendue.

Enfin, chez la Courge, l'action du phosphate, moins accusée que dans les espèces précédentes, a pour effet de retarder les différenciations de l'assise subéreuse et de l'endoderme de la racine ; mais, en même temps, ce sel provoque la formation de fibres péricycliques, aussi bien dans la racine que dans la tige. Comme chez le Ricin, en présence du phosphate, les vaisseaux primaires de la racine se rangent en files radiales, les faisceaux de la tige sont très développés ; tandis qu'en l'absence de sel, les vaisseaux primaires se groupent en massifs et les faisceaux de la tige sont très peu développés.

De toutes ces modifications, la plus importante est, sans contredit, la lignification de la base de la tige que provoque chez les Céréales, le phosphate de potasse. Elle nous explique le mécanisme de l'action du phosphate contre la « *verse* » et nous donne une indication précieuse de l'emploi de ce sel en Agriculture.

SILICATE DE POTASSE

Le silicate de potasse ne prévient pas la verse (Avoine). Il favorise la croissance des organes (Blé), donne aux feuilles une couleur vert foncé, un brillant particulier et semble augmenter leur poids.

Ce sel agit surtout sur l'extrémité supérieure de la tige et sur les feuilles. Il lignifie très énergiquement les éléments périphériques du sommet de l'axe et fait apparaître dans la feuille des bandes de tissu lignifié qui relient les nervures aux deux épidermes. Il augmente le nombre des poils.

NITRATES

L'action des nitrates s'est montrée très différente suivant les espèces :

Ces sels sont indispensables au Pin maritime, cependant ils retardent la croissance de sa racine.

Ils sont également nécessaires à la végétation de l'*Ipomœa Volubilis*, mais leur action fertilisante n'est appréciable qu'assez tard : au début, ils paraissent nettement nuisibles. Pourtant, pour acquérir son développement maximum, la plante doit avoir des nitrates à sa disposition, dès la germination. Si les sels ne sont introduits dans le milieu que plus tard, la plante reste incomplètement développée. Les nitrates nuisent à la croissance de la racine terminale et activent la formation des racines adventives.

Chez le Lupin, ces sels sont utiles dès le début ; plus tard, ils sont nuisibles.

Le nitrate de potasse s'est montré nuisible au développement du Blé, de l'Avoine et de l'Aubergine en raison directe de la dose de sel employée.

Le nitrate de chaux a été favorable à la végétation de la Tomate. La dose de deux grammes par litre de solution de Knop a donné le développement maximum.

Une dose de 1 gr. 5 s'est au contraire montrée nuisible pour le Pin maritime.

En présence d'une diversité d'action aussi grande, il est actuellement impossible de formuler une opinion sur l'action des nitrates. De nouvelles recherches s'imposent.

POTASSE ET SOUDE.

Chez le Blé comme chez l'Avoine, la potasse facilite les cloisonnements cellulaires et par conséquent favorise la croissance, mais elle retarde la lignification et *provoque la verse*.

La soude joue dans le cloisonnement cellulaire un rôle beaucoup moins actif et favorise moins la croissance ; mais elle hâte la lignification et, par suite, *prévient la verse*. Elle peut ainsi contrebalancer les effets de la potasse.

La potasse se montre aussi plus favorable que la soude à la croissance de la Tomate. Comme chez les Graminées précédemment décrites, elle retarde la lignification de la base de la tige ; mais dans l'espèce, cette action est sans effet sur le port de la plante. La potasse augmente en outre les dimensions des vaisseaux de l'axe épicotylé de la Tomate, cutinise l'épiderme et transforme en collenchyme l'assise sous-épidermique de l'écorce. La soude, au contraire, hâte la lignification ; elle fait apparaître des fibres scléreuses d'origine péricyclique à la région inférieure de l'axe hypocotylé. Elle diminue considérablement l'importance de l'appareil vasculaire, augmente les dimensions des cellules de l'écorce, supprime les différenciations de l'épiderme et de l'assise sous-épidermique.

En somme, la potasse joue un rôle plus important que la soude dans la croissance du Blé, de l'Avoine et de la Tomate. Mais la soude a une action qui lui est propre et qui est de lignifier les régions inférieures de la tige. Cette action peut dans certains cas n'avoir pas d'effet utile appréciable (Tomate). Elle a une très grande influence sur le soutènement des tiges longues et grêles comme celles des céréales, et contribue à étayer les divers organes que la potasse concourt à former.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897.

MYXOMYCÈTES.

Myxobactériacées et Myxobotrysacées. — Un intéressant débat s'est élevé, pendant ces dernières années, au sujet d'organismes découverts et étudiés en 1892 par M. THAXTER (1), que l'auteur avait rangés parmi les Bactéries, mais que, depuis lors, M. Zukal a voulu, pour certaines formes tout au moins, rattacher aux Myxomycètes.

Les Myxobactériacées de Thaxter sont des Bactéries qui, à l'état végétatif, ressemblent à des Bacilles et comme eux se multiplient par scission transversale; elles sont entourées d'une gangue gélatineuse analogue aux zooglées bactériennes. Dans certaines conditions, ces bacilles, qui sont mobiles, se rassemblent en des points déterminés et donnent lieu à des formations plus ou moins sphériques comprenant une enveloppe générale avec un nombre considérable de Bactéries à l'intérieur. En un mot, les Myxobactériacées donnent naissance à des sortes de kystes coloniaux, qui tantôt sont renfermés dans la masse zoogléique initiale, tantôt sont portés sur un pédicelle simple ou ramifié. Dans ce dernier cas, la plante à l'état de fructification ressemble singulièrement aux arbuscules conidifères de certaines Mucédinées; aussi ne doit-on pas s'étonner que plusieurs de ces formes aient été prises autrefois pour des Champignons filamenteux et classés parmi les Mucédinées. En particulier, le *Chondromyces crocatus* jadis décrit par Berkeley et Cooke, le *Stigmatella aurantiaca* B. et C. sont, d'après M. Thaxter, des formations bactériennes et doivent à l'avenir être rangés parmi les Myxobactériacées.

Se basant d'une part sur la nature bactérienne de l'élément végétatif, d'autre part sur le mode de formation des kystes de conservation, lequel n'est pas sans analogie avec le mode de formation du sporange des Myxomycètes, M. Thaxter a donné le nom de Myxobactériacées à l'ensemble des espèces qui présentent ces caractères. Considérant d'autre part que ces formes d'enkystement collectif ne s'observent chez aucune autre Bactérie, et attribuant à ce caractère une haute valeur taxinomique, M. Thaxter fait de ce nouveau groupe une famille nouvelle de Bactériacées.

---

(1) Roland Thaxter : *On the Myxobacteriaceæ, a new order of Schizomycetes* (Bot. Gazette, vol. XVII (1892), p. 389).

M. Vuillemin (1), dans un examen critique fort judicieux de ce point de classification, a fait remarquer que les appareils de fructification des Myxobactériacées les placent nettement au-dessus des autres Bactéries, car ils réalisent des conditions biologiques plus favorables pour la conservation et la dissémination des semences. Vis-à-vis des Bactéries ordinaires, les Myxobactériacées sont comme les Myxomycètes vis-à-vis des Amibes. Ayant même appareil végétatif, elles ont de plus un fruit qui, comme celui des Myxomycètes, se forme par adjonction de nombreux individus. Il en conclut, conformément aux idées de Thaxter, que les Myxobactériacées doivent être considérées comme une famille spéciale de l'ordre des Bactériacées, formant un groupe naturel qu'on peut opposer à l'ensemble encore chaotique des Bactériacées proprement dites.

Les choses en étaient à ce point quand M. Zukal (2) décrivit un organisme singulier, trouvé par lui sur une écorce d'osier, en compagnie de lichens, et qu'il considéra comme un Myxomycète. Il lui donna le nom de *Myxobotrys variabilis* et en fit le type d'une famille nouvelle de Myxomycètes, les Myxobotrysacées. Par tous ses caractères, en effet, ce Champignon prenait une place bien à part parmi les Myxomycètes. D'après l'auteur, il se présente à l'état végétatif sous forme d'un

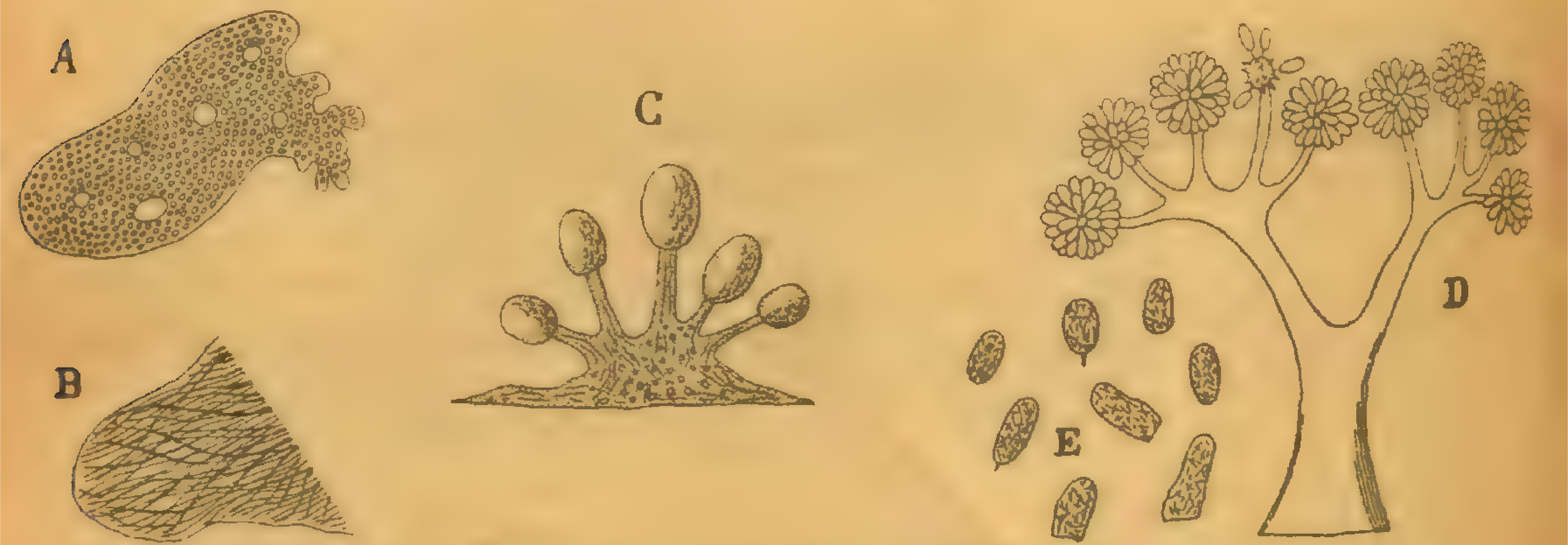


Fig. 28 à 32.— *Myxobotrys variabilis* Zuk.. A, Plasmode végétatif (Gr. = 200); B, un morceau de plasmode sur le point de fructifier (Gr. = 1500); C, spores solitaires longuement pédicellées (Gr. = 450); D, arbuscule sporifère en forme de *Botrytis*, avec spores courtement pédicellées et disposées en capitule (Gr. = 200); E, spores isolées (Gr. = 450) (d'ap. Zukal).

---

(1) Vuillemin : *Les Myxobactériacées* (Revue générale des Sciences, vol. IV, p. 501).

(2) Zukal : *Myxobotrys variabilis, als Repräsentant einer neuen Myxomyceten-Ordnung* (Ber. D. Bot. Ges., 1896, p. 340), avec 1 pl.

plasmode orangé constitué par un hyaloplasma renfermant de nombreux microsomes en forme de baguettes (A, fig. 28). Au moment de la fructification, on voit se former deux sortes de spores. Les unes, volumineuses, se forment par enkystement de lobes arrondis du plasmode, lesquels s'entourent d'une membrane délicate ; ce sont des spores sessiles ou brièvement pédicellées, reposant directement sur le substratum (C, fig. 28). Les autres, plus petites, sont portées sur une colonne verticale formée par différenciation du plasmode ; elles se développent par bourgeonnement sur une sorte de tête renflée et sont courtement pédicellées (D, fig. 28). Au moment de la formation des spores, le contenu du plasmode change d'aspect : les microsomes en bâtonnets disparaissent et sont remplacés par un grand nombre de filaments allongés (B, fig. 28) qui prennent part à la formation des spores et s'observent jusque dans leur intérieur. Enfin l'auteur n'a observé ni zoospores ni myxamibes.

Ces caractères ont fait considérer par M. Zukal le *Myxobotrys* comme un Myxomycète à spores externes, prenant place ainsi qu'il suit dans l'ordre des Myxomycètes :

MYXOMYCÈTES
- *Endosporées* (la plupart des Myxomycètes).
- *Exosporées*
  - *Cératiomyxées :* Ceratiomyxa.
  - *Myxobotrysacées :* Myxobotrys.

Les Myxobotrysacées diffèrent des Cératiomyxées par divers caractères, dont le principal est que le plasmode ne s'y fragmente pas en portions déterminées, dont chacune donne naissance à une spore, comme cela a lieu dans le *Ceratiomyxa*.

Quelques mois après ce travail, M. ZUKAL (1), averti par M. Saccardo de l'identité probable du *Myxobotrys* avec le *Chondromyces crocatus* B. et C., a publié une nouvelle note, dans laquelle il reconnaît cette identité, admet par conséquent la priorité du nom *Chondromyces* sur celui de *Myxobotrys* qui doit disparaître, et en outre croit devoir rattacher à cette même espèce si polymorphe les *Chondromyces aurantiacus* B. et C. et *Ch. lichenicolus* Thaxter. Mais arrêtant cette fois son attention sur le groupe des Myxobactériacées, dans lequel Thaxter range précisément les *Chondromyces crocatus* et *lichenicolus*, M. Zukal nie que les *Chondromyces* (ou *Myxobotrys*) soient des Bactériacées. D'après lui Thaxter aurait pris pour une colonie bactérienne le plasmode même du Champignon, la matière gélatineuse de la zooglée serait en réalité l'hyaloplasma, les bactéries représenteraient les microsomes, et enfin les soi-disant kystes coloniaux des Myxobactériacées ne seraient que les spores du Myxomycète. M. Zukal donne de sa manière de voir les raisons suivantes. En premier lieu, pour édifier un organisme aussi compliqué que le *Chondromyces*, une force édificatrice positive est nécessaire. Or, dans l'état actuel de nos connaissances, une telle force ne réside ni dans les Bactéries isolées, ni dans le mucus qui les enveloppe; on l'observe au contraire dans l'hyaloplasma des Myxomycètes. D'autre part, M. Zukal assure que l'examen à l'état vivant et aussi les réactions microchimiques lui ont montré que le prétendu mucus est non un mucus mais bien du protoplasma. Enfin il a pu retrouver, dit-il, chez des Myxomycètes authentiques des microsomes bactériformes analogues à ceux du *Chondromyces*. D'après lui ces bâtonnets peuvent, dans des conditions déterminées, émigrer hors du plasmode, se mouvoir, se diviser, en un mot montrer tous les caractères des bâtonnets de *Chondromyces*.

---

(1) Zukal : *Notiz zu meiner Mittheilungen über Myxobotrys variabilis Zuk. im 9. Hefte des Jahrganges 1896.* (Ber. D. Bot. Ges., vol. XV, 1897, p. 17.)

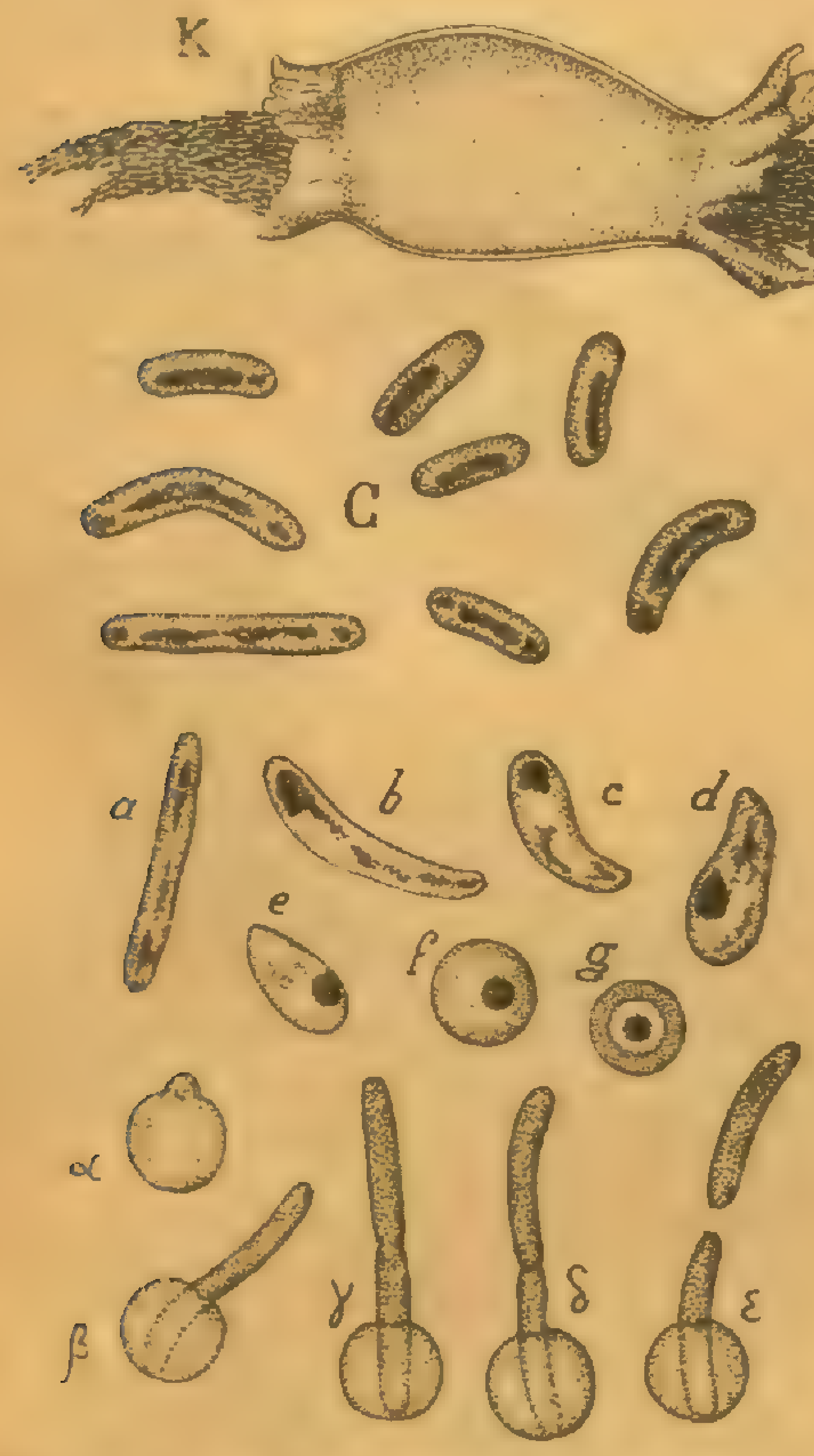


Fig. 33 à 46. — *Chondromyces apiculatus* Thaxt. : K, kyste germant d'une façon normale ; C, individus isolés, colorés par l'hématoxyline de Delafield.— *Myxococcus rubescens*: *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, stades successifs de la transformation des cellules en spores sphériques ; α, β, γ, δ, ε, stades successifs de la germination des spores (d'ap. Thaxter)

Les arguments présentés par M. Zukal sont de valeur inégale, et, en somme, peu convaincants. Aussi, M. Ludwig (1) croit-il devoir déclarer que le *Myxobotrys variabilis*, identique au *Chondromyces crocatus*, doit se fondre avec lui dans le groupe des Myxobactériacées de Thaxter.

Dans un récent travail relatif à cette question, M. Thaxter (2) apporte des arguments tout à fait décisifs, nous semble-t-il, à l'appui de la nature bactérienne des Myxobactériacées en général. Il fait tout d'abord remarquer que les propriétés attribuées par Zukal aux « microsomes », à savoir la motilité, la multiplication indéfinie par scission transversale, la faculté de pouvoir vivre d'une façon indépendante en dehors du plasmode, sont des propriétés caractéristiques des véritables cellules bactériennes, et ne s'appliquent pas aux véritables microsomes. D'ailleurs, en colorant par divers réactifs, en particulier par l'hématoxyline de Delafield, M. Thaxter décèle dans les bâtonnets (C, fig. 33) une structure assez particulière (corps nucléiforme plus coloré, zone pariétale plus claire) qu'on a déjà observée chez diverses bactéries. Enfin, pour certaines Myxobactériacées appartenant au genre *Myxococcus*, M. Thaxter a pu fournir de nouvelles preuves particulièrement convaincantes. Les *Myxococcus* présentent en effet un double enkystement. Outre des kystes coloniaux comparables à ceux de *Chondromyces*, ils présentent des kystes individuels sphériques, sorte de spores, provenant de ce que chaque individu bactérien s'enkyste pour son propre compte en même temps qu'il est englobé dans un kyste collectif. Or M. Thaxter a pu suivre sur le vivant, en cellules Van Tieghem, la transformation graduelle des bâtonnets en spores (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, fig. 33), lesquelles donnent à nouveau, par germination, des bâtonnets en file. Il a pu suivre les stades successifs de cette germination des spores, a vu le bâtonnet se diviser transversalement pendant qu'il est encore adhérent à la spore, puis se détacher d'elle et devenir libre (α, β, γ, δ, ε, fig. 33).

---

(1) Ludwig : Bot. Centralblatt, vol. LXIX, 1897, p. 352.

(2) R. Thaxter : *Further observations on the Myxobacteriaceæ* (Bot. Gazette, vol. XXIII, 1897, p. 395, avec 2 pl.

Ces observations décisives semblent devoir clore la discussion, et à moins qu'il soit apporté au débat de nouveaux éléments d'appréciation, on doit considérer les *Myxobotrys* ou *Chondromyces* comme des Bactéries et non des Myxomycètes (1).

Travaux d'ensemble. — Les Myxomycètes proprement dits n'ont donné lieu, pendant ces derniers temps, qu'à un petit nombre de travaux d'ensemble. Le plus important est dû à M. Lister (2); c'est un catalogue descriptif de toutes les espèces de Myxomycètes qui figurent dans l'herbier du British Museum. L'auteur y ajoute une courte description des autres espèces communes, donnant ainsi une véritable monographie du groupe. L'ouvrage débute par des considérations générales sur le mode de vie, la structure et la reproduction des Myxomycètes; on y trouve décrit en particulier le processus de la caryokinèse dans le noyau. L'auteur, laissant de côté les Acrasiées et les Plasmodiophorées, qui ne figurent pas dans la liste des espèces étudiées par lui, partage les Myxomycètes en deux sous-classes : *Exosporées* (comprenant le seul genre *Ceratiomyxa*) et *Endosporées*. La classification des Endosporées est la suivante :

---

(1) Pendant l'impression de cette Revue, M. Zukal vient de publier un dernier Mémoire sur la question (Zukal : *Ueber die Myxobacterien*, Berichte der D. Bot. Ges., t. XV, 1897, p. 542, avec 1 pl., paru le 25 janvier 1898). Dans ce travail, l'auteur reprend à nouveau l'histoire du développement du *Myxobotrys*, reconnaît son identité avec le *Chondromyces*, et se rallie entièrement a la manière de voir de M. Thaxter sur la nature bactérienne de ces formations. M. Zukal a même pu observer, au moment où se produisent les kystes coloniaux, des formes d'involution qui rappellent exactement celles des Bactéries. Enfin l'auteur décrit une nouvelle espèce de *Myxococcus* (*M. macrosporus*).

(2) A. Lister : *A monograph of the Mycetozoa, being a descriptive catalogue of the specimens in the British Museum*, London, 1894, avec 78 pl. et 51 grav. dans le texte.

A. Spores violettes : AMAUROSPORALES.

- *a*. avec calcaire, CALCARINÉES : *Physaracées*, *Didymiacées*.
- *b*. pas de calcaire : AMAUROCHÆTINÉES : *Stémonitacées*, *Amaurochætacées*.

B. Spores de couleurs variées, non violettes (excepté *Cribaria violacea*) : LAMPROSPORALES.

- *a*. Capillitium absent ou ne constituant pas un système de filaments uniformes : ANÉMINÉES : *Hétérodermacées*, *Licéacées*, *Tubulinacées*, *Réticulariées*.
- *b*. Capillitium formé de filaments uniformes : CALONÉMINÉES : *Trichiacées*, *Arcyriacées*, *Margaritacées*, *Lycogalacées*.

Outre ce traité général, M. A. LISTER (1) a publié un « Guide » qui pratiquement est un manuel pour les Myxomycètes d'Europe, car, outre les espèces britanniques du British Museum, il renferme toutes celles qui figurent dans les herbiers des jardins botaniques de Kew et d'Edimbourg, et aussi dans les herbiers des jardins botaniques continentaux de Paris, Strasbourg, Christiania, Leide. Dans ce manuel, la description est forcément courte, et la synonymie donnée dans la « Monographie » a été supprimée faute de place. Mais le livre donne toutefois ce qui est nécessaire pour la détermination des espèces. Depuis l'ouvrage de Cooke sur les « Myxomycetes of Great Britain », la liste des espèces britanniques s'est accrue d'une trentaine d'espèces environ, et sur les 175 espèces représentées dans la collection du British Museum, 56 seulement sont étrangères et proviennent des Etats-Unis et des pays tropicaux. Les Myxomycètes, en somme, sont des Champignons remarquablement cosmopolites ; un grand nombre d'espèces sont trouvées avec les mêmes caractères un peu partout à la surface du globe.

---

(1) Lister : *Guide to the British Mycetozoa*, 1895.

(*A suivre*) L. MATRUCHOT.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS

PUBLIÉS EN 1894-1897 *(Suite)*.

Avant de pénétrer dans l'Allemagne et dans l'Autriche, où nous aurons beaucoup à glaner, arrêtons-nous un moment dans l'île danoise d'Helgoland où M. Sandstede (1) a récolté 45 espèces de Lichens. Le sol de cette île est formé de grès et de calcaire, mais ce sont les Lichens du calcaire qui dominent dans cette énumération et principalement dans les espèces crustacées. Les foliacées sont rares ; on n'en compte que 13 et on n'y voit pas un seul *Cladonia*. Le même auteur a publié un second supplément (2) à sa Flore lichénique des terres basses du nord-ouest de l'Allemagne renfermant deux espèces intéressantes, l'une rare, l'*Opegrapha demutata* Nyl., et l'autre nouvelle pour l'Allemagne, *Graphis ramificans* Nyl.

Un ouvrage important non seulement pour le pays où il a été publié, mais encore pour toute l'Europe est la Monographie des Pertusariées de M. Darbishire (3). L'auteur comprend dans ce groupe 7 genres divisés en 3 séries d'après leurs spores et la présence ou l'absence de sorédies. Les espèces à spores simples si elles ont un thalle non sorodié donnent 3 genres : *Megalospora* Nyl., *Pertusaria* DC. et *Pinospora* Th. Fr., et 2, si elles présentent des sorédiées : *Ochrolechia* Mass. et *Varioloria* Ach. Pour les espèces à spores septées, il y a également 2 genres : *Varicellaria* Nyl. et *Phlictis* Wallr. Les genres sont ensuite séparés les uns des autres par le nombre des spores dans chaque thèque et la forme de l'apothécie. On voit que cet arrangement est simple, facile à suivre et il a le mérite de n'avoir exigé aucun nom nouveau. Le genre *Pertusaria* tel qu'il se trouve dans les différents auteurs est fractionné en 3 parties : *Pertusaria*, *Pinospora* et *Varioloria* ;

---

(1) H. Sandstede : *Die Flechten Helgolands* (Aus der biolog. Anstalt auf Helgoland, 1894? ; br. in-4° de 11 pages).

(2) H. Sandstede : *Beiträge zu einer Lichenenflora des nordwestdeutschen Tieflandes*. Zweiter Nachtrag (Extr. du Abhandl. Naturw. Ver Branen, 1894) ; br. in-8° de 16 pages.

(3) O. Darbishire : *Die deutschen Pertusariaceen mit besonderer Berucktichtigung ihrer Soredienbildung* (Extr. de l'Engler's botanischen Jahrbüchern, 1897) ; br. in-8° de 80 pages avec 39 figures dans le texte.

le genre *Ochrolochia* était jusqu'alors mis parmi les Lécanorées, tandis que les deux derniers étaient déjà de la tribu des Pertusariées. Le seul reproche à faire à cette classification c'est qu'en somme elle est fondée uniquement sur les spores ; elle serait beaucoup plus naturelle si on en retranchait le genre *Megalospora*. Dans les autres genres les apothécies ont un rebord thallin, tandis que lui n'en possède pas, et par conséquent, il semble que, malgré l'amplitude de ses spores, sa place est mieux marquée parmi les *Lecidea*, place que du reste il occupe depuis longtemps dans les autres auteurs. Il resterait alors six genres s'appuyant d'abord sur ce caractère naturel, facile à constater à l'œil nu, le rebord thallin des apothécies, puis sur la note microscopique des spores.

Avant de parler des exsiccatas allemands, signalons le petit opuscule de M. Lederer (1) énumérant quatre espèces nouvelles pour la Bavière. Ces exsicatas ont été nombreux en Allemagne pendant la période de temps qui nous occupe. M. Zwackh, d'Heidelberg, a publié son 22e fascicule avec les numéros 1146-1176, et M. Arnold a donné les numéros 1569-1718 de sa grande collection, où 1636 1643 ainsi que 1684 sont des photographies, et en même temps il a fait avancer ses Lichens de Munich (2) de 281 à 462. Cet auteur a eu l'excellente idée de publier, pour faciliter les recherches, l'énumération de ses exsicatas de 1 à 1600 (3) en y admettant toutes les rectifications qu'il y avait à faire. Cet opuscule, comme celui qui a rapport aux *Cladonia* de Rehm, a été divisé en cinq parties, donnant d'abord l'énumération de chacune des 1600 espèces, puis les groupant par genres, ensuite sous les noms des collecteurs, sous ceux des pays d'où elles viennent et enfin des arbres où elles ont été prises. Ce travail de près de quarante années est un véritable monument que M. Arnold a élevé à la lichénographie, et en même temps ce savant botaniste a rendu un grand service aux travailleurs en leur mettant sous la main des espèces bien déterminées et souvent rares. Comme on l'a vu plus haut, cette collection a dépassé 1700, et nous devons souhaiter que Dieu permette à l'auteur de la continuer encore plusieurs années. Nous devons ajouter que M. Arnold, qui aime la France, a envoyé chaque année, et gratuitement, au Muséum de Paris, la partie publiée de cette collection, en n'y mettant qu'une seule condition, celle de la conserver séparée de l'herbier général. Pour ses Lichens de Munich, il en a donné le catalogue dans les différentes publications qu'il a faites sur cette région. Celle de cette année (4), la troisième depuis 1891, porte à 490 le nombre des Lichens de Munich.

---

(1) M. Lederer : *Einige für Bayern neue Flechten* (Extr. du Berichten der Bayer. botanischen Gesellschaft); br. in 8° de 3 pages.

(2) F. Arnold : *Lichenes monacenses exticcati.*

(3) F. Arnold : *Lichenes exticcati* 1859-1893, München, 1894, br. in-8° de 59 pages.

(4) F. Arnold : *Zur Lichenenflora von München*; München, 1897; br. gr. in-8° de 42 pages.

Dans ses Fragments lichénologiques (1) il a indiqué les noms modernes des Lichens de l'herbier de Wulfen appartenant au Muséum de l'Université de Vienne et un certain nombre de parasites des Lichens. Les parasites sont de deux sortes : les uns sont de vrais Lichens envahissant le thalle de leurs voisins, phénomène qui n'est pas rare dans les endroits où ces cryptogames ont une belle végétation. Les autres sont de véritables Champignons, quoique certains d'entre eux soient encore mis par quelques lichénologues au rang des Lichens. La liste de ces derniers est un supplément aux listes déjà publiées par l'auteur et un bon nombre se retrouvent dans l'ouvrage de M. Zopf cité plus haut. M. Arnold a figuré dans la planche qui accompagne le n° 34 les spores de quelques-uns de ces Champignons.

Les localités explorées par le même auteur (2) dans les montagnes du Tyrol sont : Fians, Galtur, Wolkenstein, Plansee et Branderberg, d'où il a rapporté un grand nombre de Lichens classés d'après les hasards des rencontres. Il en est de communs, il en est de rares et même de très rares, comme par exemple le *Peltigera canina* va. *Soreumatica* Flot. et le *Lecanora epanora* Ach. Le nom d'un bon nombre des espèces énumérées est suivi de remarques descriptives et de la mesure des spores. La seconde partie du n° 30 donne l'exposé systématique de toutes les espèces que M. Arnold a recueillies dans le Tyrol depuis 30 ans. Le total en est de 825 et de 880 en y comprenant les espèces vraiment parasites ou Champignons. Une remarque curieuse à faire est que cet exposé est exactement le même, quant au nombre d'espèces que celui qui a été publié en 1880. Ce tableau aurait pu rendre de grands services aux travailleurs si la citation des pages avait été autrement ordonnée. L'auteur indique toujours la pagination du Recueil et jamais celle du tirage à part, or certains fascicules ont une pagination particulière et par conséquent cette indication ne conduit à rien.

Sans sortir du Tyrol, citons les herborisations du professeur KERNSTOCK (3) dans les Alpes Moltener et à Ehrenbourg dans le Pusterthal. Dans cette dernière localité située dans une vallée, l'altitude n'est que de 300 à 400 m., mais au sud d'Ehrenbourg des pentes escarpées s'élèvent jusqu'à 2000 m., et elles atteignent la hauteur de la première localité. Les nombreux Lichens recueillis dans ces régions montagneuses sont classés d'après leur substratum. On y remarque deux espèces et une forme nouvelles : *Aspicilia simulans*, *Bilimbia cœsiomarginata* et *Biatora Brujeriana* f. *deplanata*. Les autres espèces ne diffèrent pas de celles que M. Arnold a récoltées dans le Tyrol, et à l'exemple de ce dernier M. Kernstock, après chaque localité indique un certain nombre d'espèces appartenant aux lieux précédemment visités. Dans la précédente Revue, je n'ai indiqué que les numéros III et IV, et j'ai omis V, Judicarien, qui se trouve à la suite du IV. Beaucoup d'espèces sont comme dans les *Lichenologische Ausflüge* accompagnées de diagnoses. Un autre petit Mémoire du même auteur (1) est consacré aux 208 Lichens récoltés par le comte Sarnthein à Brixen et dans les environs, localité également située dans le Tyrol; ce n'est qu'une énumération sans diagnoses.

---

(1) F. Arnold : *Lichenologische Fragmente*, 33 et 34 (Extr. de l'Œsterr. botan. Zeitschrift, 1894 et 1895) ; 2 br. in-8° de 21 et 10 pages avec 1 planche.

(2) F. Arnold : *Lichenologische Ausflüge in Tirol*, XXVI-XXX (Extr. du Verhandlungen der K. K. Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, 1896-1897) ; 3 br. in-8° de 43, 16 et 43 pages.

(3) E. Kernstock : *Lichenologische Beiträge*, VI-VIII (Extr. du même Bulletin) 2 br. in-8° de 34 et 32 pages.

Du Tyrol, nous passons en Styrie, toujours sous la conduite de M. Kernstock (2). Les Lichens qu'il a récoltés aux environs de Gratz, dans les années 1883, 1884 et 1888, sont au nombre de 249; on y remarque une forme nouvelle, *Alectoria cana* f. *rubescens*. Ils sont notablement plus nombreux que ceux qui ont été recueillis en 1874, non loin de Gratz, à Léoben, par M. Breidler et déterminés par M. Zahlbruckner (3); l'augmentation des espèces porte principalement sur celles qui ont un thalle fruticuleux ou foliacé et sur le genre *Arthopyrenia*. Le total de M. Zahlbruckner est de 189.

De la Styrie nous montons en Bohême avec M. Wurm (4), qui énumère 187 Lichens récoltés dans les environs de Leipa à une altitude de 230 à 750 mètres; ils sont divisés en gélatineux, fruticuleux et foliacés. Les premiers ne sont représentés que par un *Collema* ; les seconds ont 40 espèces et les derniers 46 ; le genre *Cladonia*, avec 24 espèces, enlève plus du quart du total. L'auteur a fait suivre chaque nom spécifique d'une courte description ayant seulement rapport aux caractères extérieurs de la plante ; il a eu le tort de ne pas séparer génériquement les espèces à gonidies bleues de celles qui en ont de vertes. Mais cette florule ne donne qu'une idée incomplète de la végétation lichénique de cette partie de la Bohême, car il est présumable que dans cette région montagneuse, les rochers et les arbres portent des Lichens; du reste l'ouvrage de M. Novak sur les Lichens de Deutschbrod (5) le prouve.

De la Bohême nous allons en Hongrie, avec M. Zahlbruckner, pour descendre ensuite tout à fait dans le sud de l'Autriche. Mais avant de parler des Lichens de Presbourg, disons que cet auteur a décrit et figuré (6) un *Pannaria* nouveau, le *P. austriaca*, récolté sur le schiste à Aspang, dans la Basse-Autriche ; il se place près des *P. leucolepis* (Wahlenb.) et *P. elœina* du même botaniste, sans prétendre faire connaître entièrement la végétation des Carpathes inférieurs, M. Zahlbruckner (1) en donne néanmoins une idée assez nette par les Lichens récoltés par lui aux environs de Saint-Georges et par ses prédécesseurs non loin de Presbourg. Cette collection, de 200 espèces alpines et subalpines, divisée en 64 genres d'après la méthode de Th. Fries, provient donc de cinq sources, car à ses récoltes de Saint-Georges, l'auteur a joint les Lichens énumérés par trois auteurs de Flores de Presbourg, Lumnitzer en 1791, Endlicher en 1827 et Bolla en 1860 et quelques-uns qui se trouvent dans l'ouvrage d'un autre auteur hongrois, Hazslinszky, édité à Budapest en 1884. On y trouve une variété nouvelle, *Pyrenula nitida* var. *æquata*.

---

(1) E. Kernstock : *Lichenen von Brixen und Umgebung* (Extr. du Zeitschrift des Ferdinandeum, 1893) ; br. in 8° de 14 pages.

(2) E. Kernstock : *Zur Lichenenflora Steiemarks* (Extr. du Mittheilungen des Naturwissenschafftlichen Vereines fur Steinmark, 1892); br. in-8 de 24 pages.

(3) A. Zahlbruckner : *Stiierische Flechten.*

(4) Fr. Wurm : *Die Flechten der Umgebung von Böhm Leipa* (Extr. du Jahresberichte der K. K Staatsrealschule in Böhm Leipa, 1895); br in-8° de 33 pages.

(5) *Revue générale de Botanique*, t. VI, p. 16.

(6) A. Zahlbruckner : *Pannaria austriaca* n. sp. (Extr. des Annalen des K. K. naturhistorischen Hofmuseums, 1892); br. gr. in-8° de 2 pages avec 1 planche.

De la Hongrie, nous allons dans la Bosnie et l'Herzégovine ; le même M. Zahlbruchner (2) a publié un Supplément au Prodrome de la Flore lichenique de ces contrées (3) qui porte à 288 le nombre des Lichens qui y végètent, répartis en 71 genres d'après la méthode employée pour ceux qui précèdent : une espèce et une variété sont nouvelles, *Rhizocarpon bosniacum* et *Lobaria pulmonacea* var. *isidiosa*. Cette florule est un peu plus variée que la précédente, mais elle ne présente guère que les espèces de la plaine.

En Italie, non loin de la France, le professeur Heim a récolté sur le mont Rosa, à une altitude de 4354 m. une très petite collection de Lichens, 9 espèces, dans lesquels M. Müller (4) a reconnu deux variétés nouvelles ; *Alectoria jubata* var. *depressula* et *Placodium concolor* var. *pulvinatum*. Elles indiquent combien les Lichens, à une si grande hauteur, se présentent sous une forme rabougrie. Ce petit opuscule a été publié après la mort de M. Müller, Müller Argoviensis, comme il s'appelait lui-même ; la lichenologie a fait en sa personne une perte très grande, et il n'est pas probable que le vide qu'il a laissé dans cette science soit de sitôt comblé. De l'autre côté de ce royaume, vers la mer Adriatique, M. Grilli (5) énumère les Lichens qui ont été récoltés par lui et ses prédécesseurs dans l'ancien Picénum. Ils sont au nombre de 124, disposés sous 29 genres d'après la méthode de M. Nylander. Comme cette région est traversée par l'Apennin, on trouve dans ce catalogue quelques espèces subalpines, mais le voisinage de la mer n'en a fourni qu'une seule maritime, le *Roccella phycopsis* Ach. Le lichénologue italien bien connu, M. JATTA (1), a publié d'abord une petite notice sur les Lèpres italiennes, qu'il divise en 3 séries : les Lèpres véritables au nombre de 4, les fausses Lèpres qui ne sont que des thalles stériles ou spermogonifères de vrais Lichens comprenant 12 espèces et enfin les Champignons qui n'ont sous ce nom que 2 représentants. Puis il a terminé en 1894 un Recensement général (2) de tous les Lichens italiens; commencé en 1892, il a été terminé en 1894. Ce catalogue, dont les 24 tribus et les 104 genres sont disposés d'après leur ordre systématique, comprend 1407 espèces rangées alphabétiquement sous chaque genre. Cette disposition des espèces, commode pour savoir si un Lichen végète en Italie, nuit beaucoup à la vue d'ensemble. Les genres sont strictement divisés en fruticuleux, foliacés et crustacés, de sorte que les *Endocarpon* et *Normandina* sont à la suite des *Gyrophora* et les *Calicium* près des *Arthonia*, et ils sont fractionnés d'après la méthode de Massalongo. Au commencement de chaque section des chefs analytiques conduisent aux différents genres qui la composent. Enfin, dans les préliminaires, les différentes espèces sont énumérées d'après leur altitude, leur situation géographique et enfin d'après leur substratum.

---

(1) A. Zahlbruckner : *Zur Flechtenflora des Pressburger Comitates* (Extr. du Verhandlungen des Vereines fur Heil-und Naturkunde in Pressburg) ; br. in-8° de 84 pages.

(2) A. Zahlbruckner : *Materialen zur Flechtenflora Bosniens und der Hercegovina* (Extr. du Wissenschaftliche Mittheilung aus Bosnien und der Hercegovina, 1895) ; br. in-4° de 16 pages.

(3) *Revue générale de Botanique*, t. II, p. 406.

(4) J. Müller : *Ueber einige Flechten vom Monte Rosa* (Extr. du Berichten der schweizerischen botanischen Gesellschaft (1896) ; br. in-8° de 2 pages.

(5) C. Grilli : *Lichenes in regiona Picena et finitimis lecti* (Ext. du Nuovo Giornale botanico italiano. 1896) ; br. in-8° de 15 pages.

---

(1) A. Jatta : *Qualche osservazione sulle* « Lepre » *italiane* (Extr. du Malpighia, 1894); br. in-8° de 15 pages.

(2) A. Jatta : *Materiali per un Censimento generale dei Licheni italiani*, 1892-1894 (Extr. du Nuovo Giornale botania italiana ot du Bulettino della Societa botanica italiana) ; vol. in-8° de plus de 200 pages.

(A suivre).

Abbé HUE.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères.

Le Gérant : Th. Clerquin.

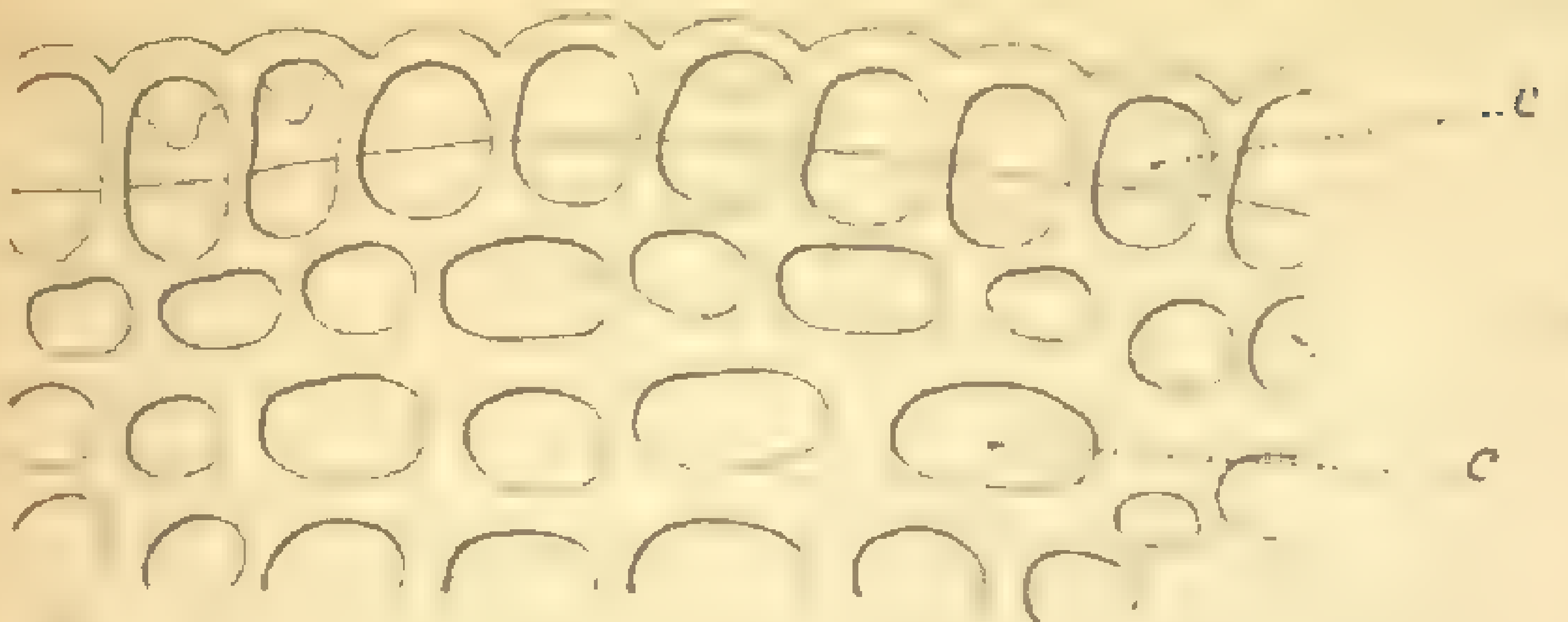


Fig. 1

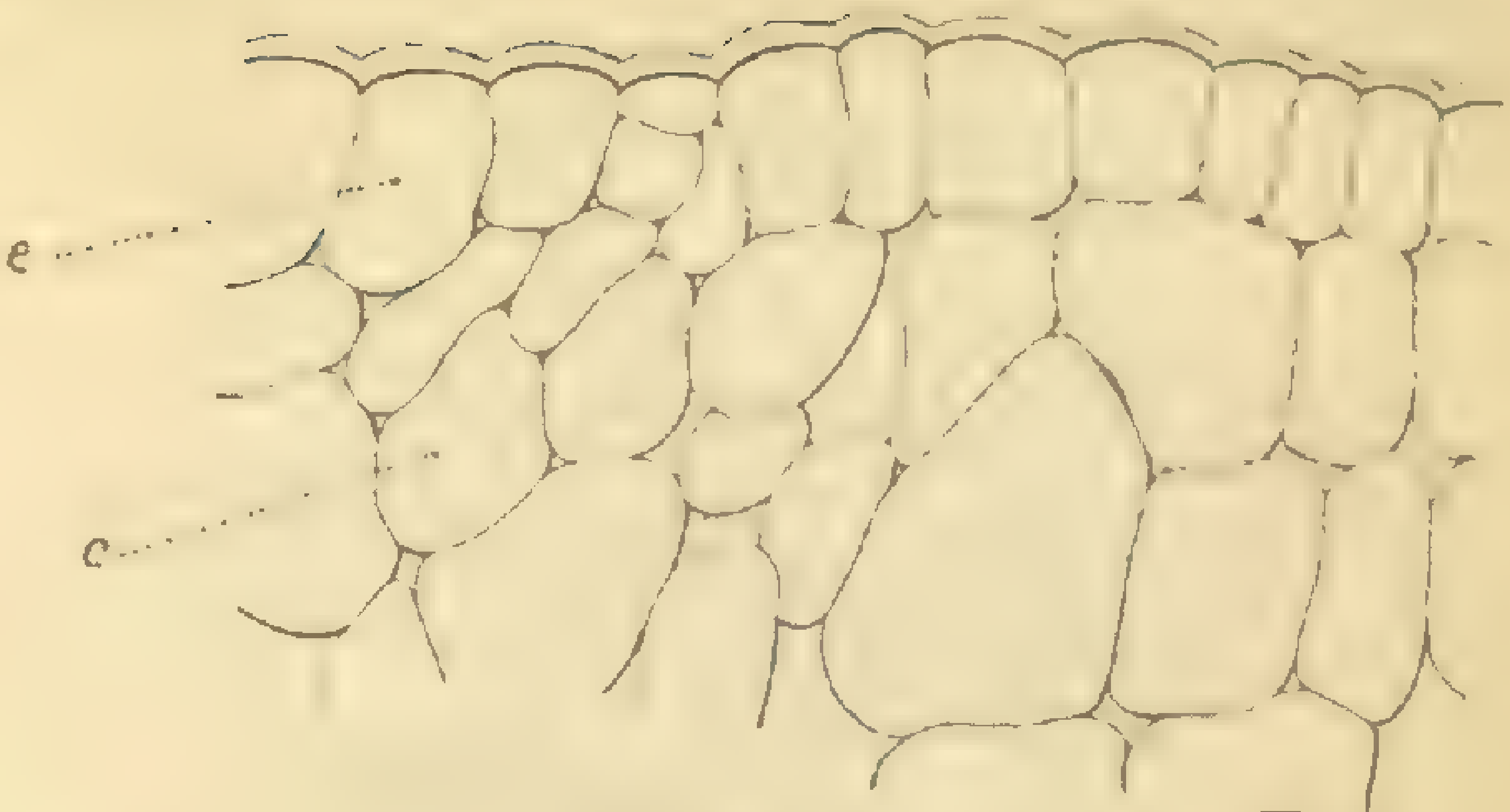


Fig. 2

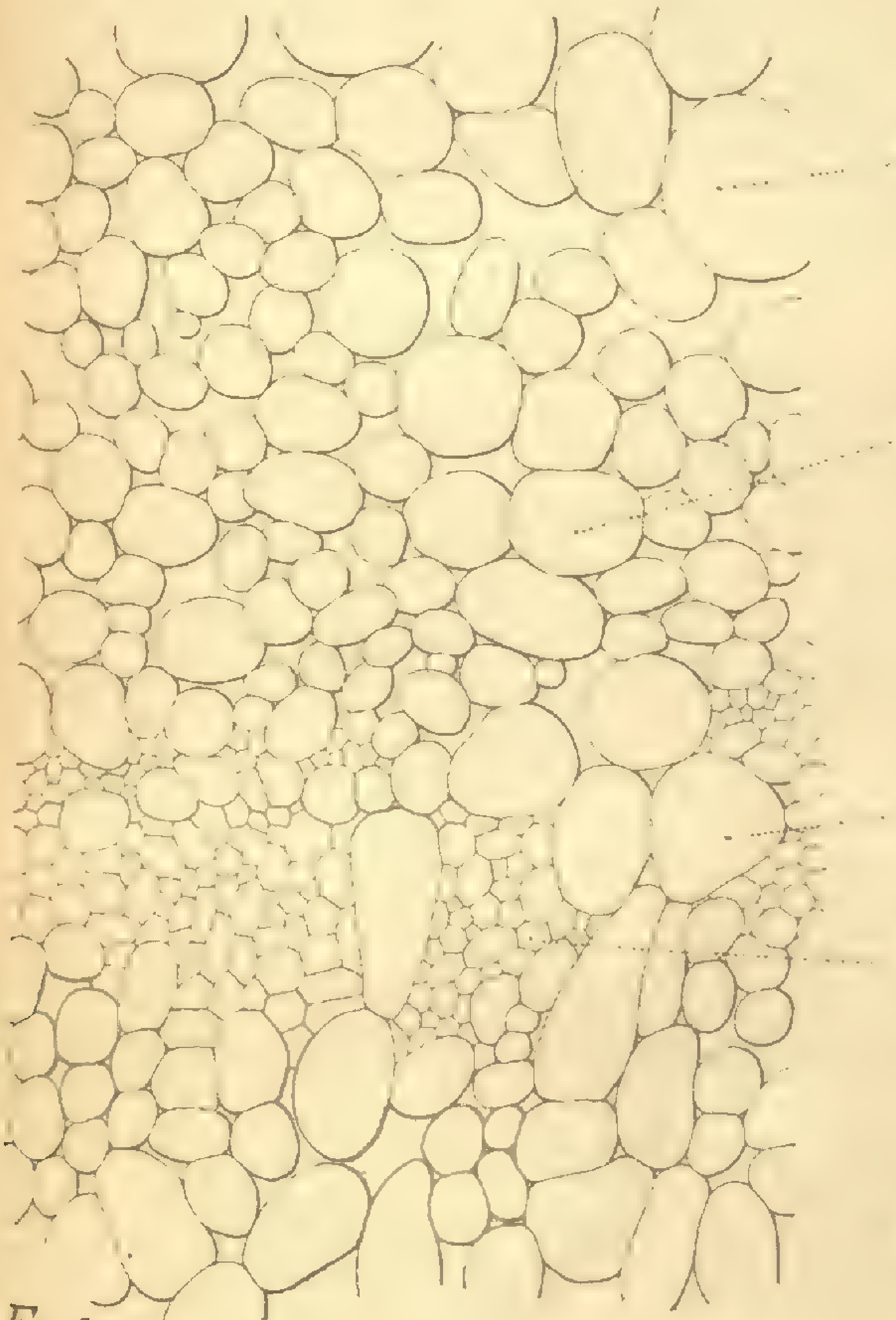


Fig. 3

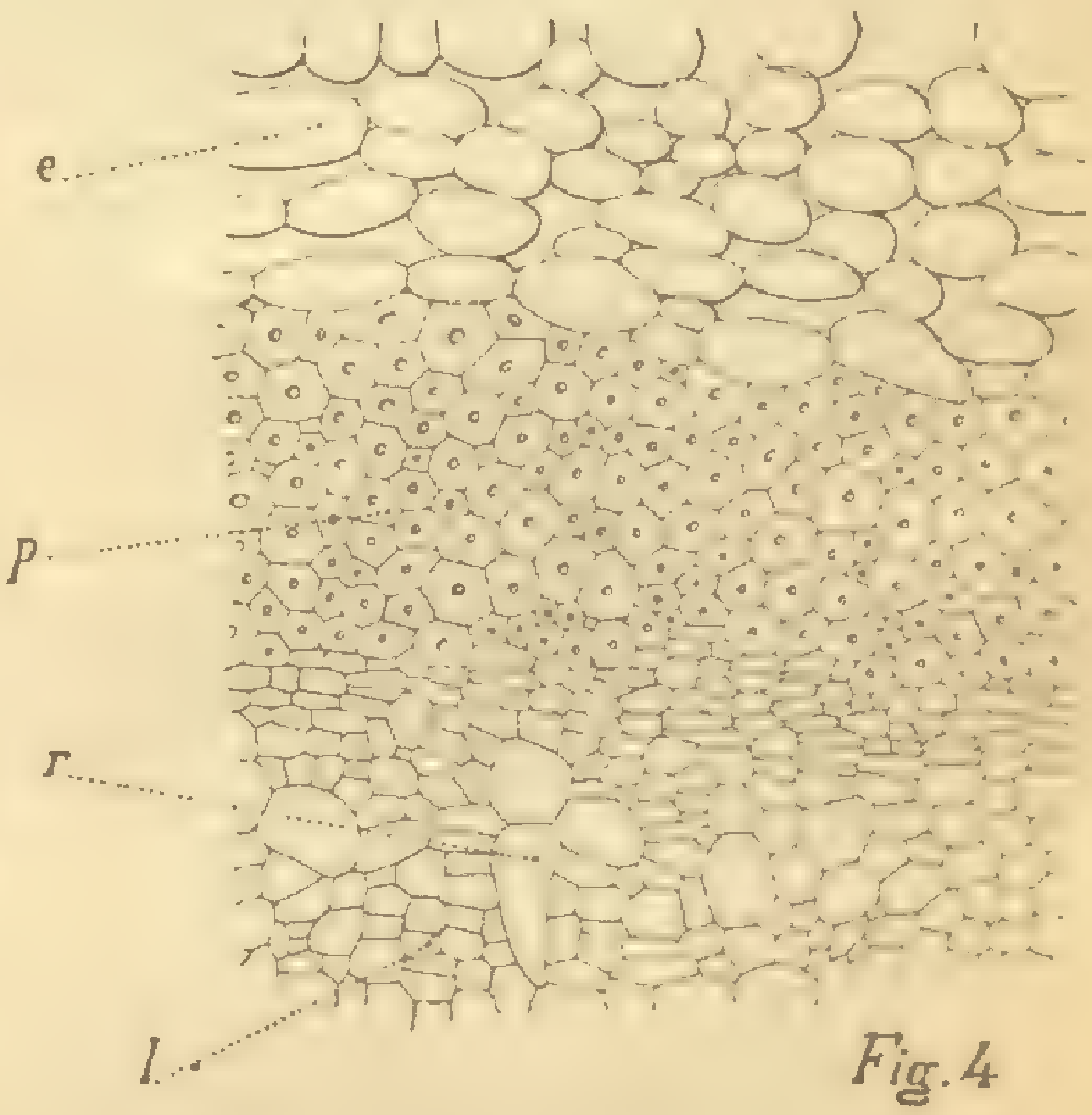


Fig. 4

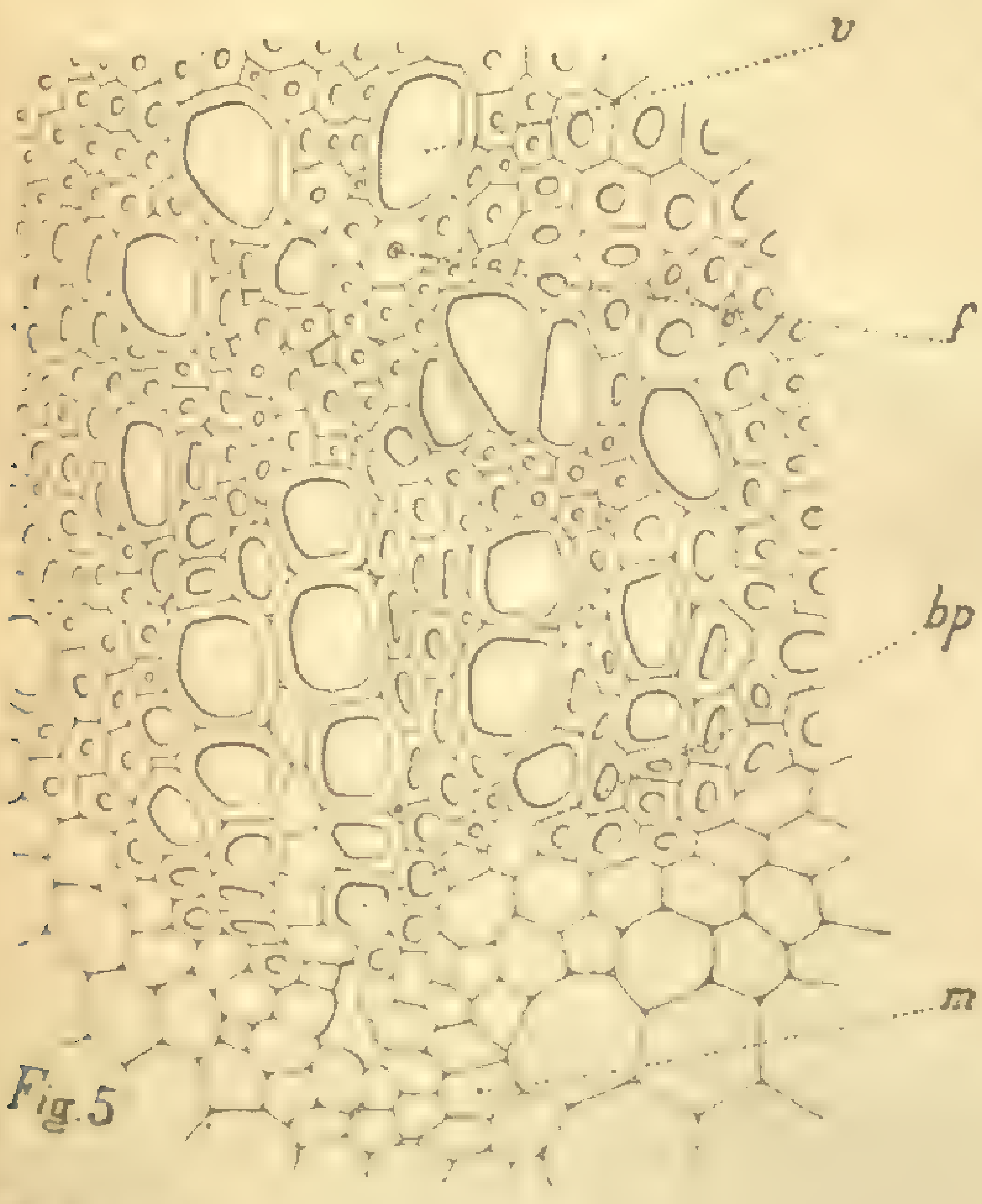


Fig. 5

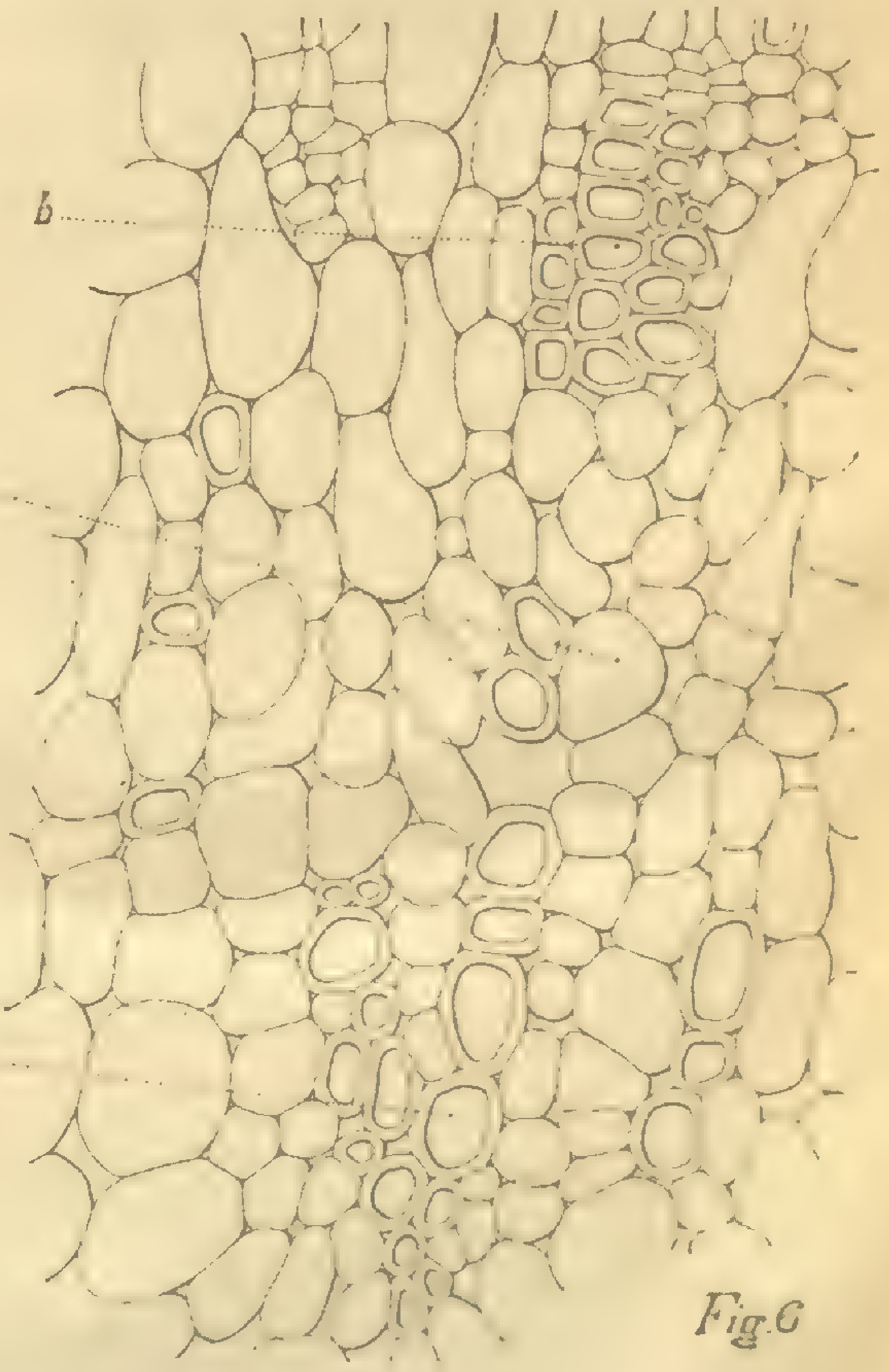


Fig. 6

G. de L. del.
Imp. Le Bigot.
J. Poinsot sc.

Mycocécidies des Ræstelia.

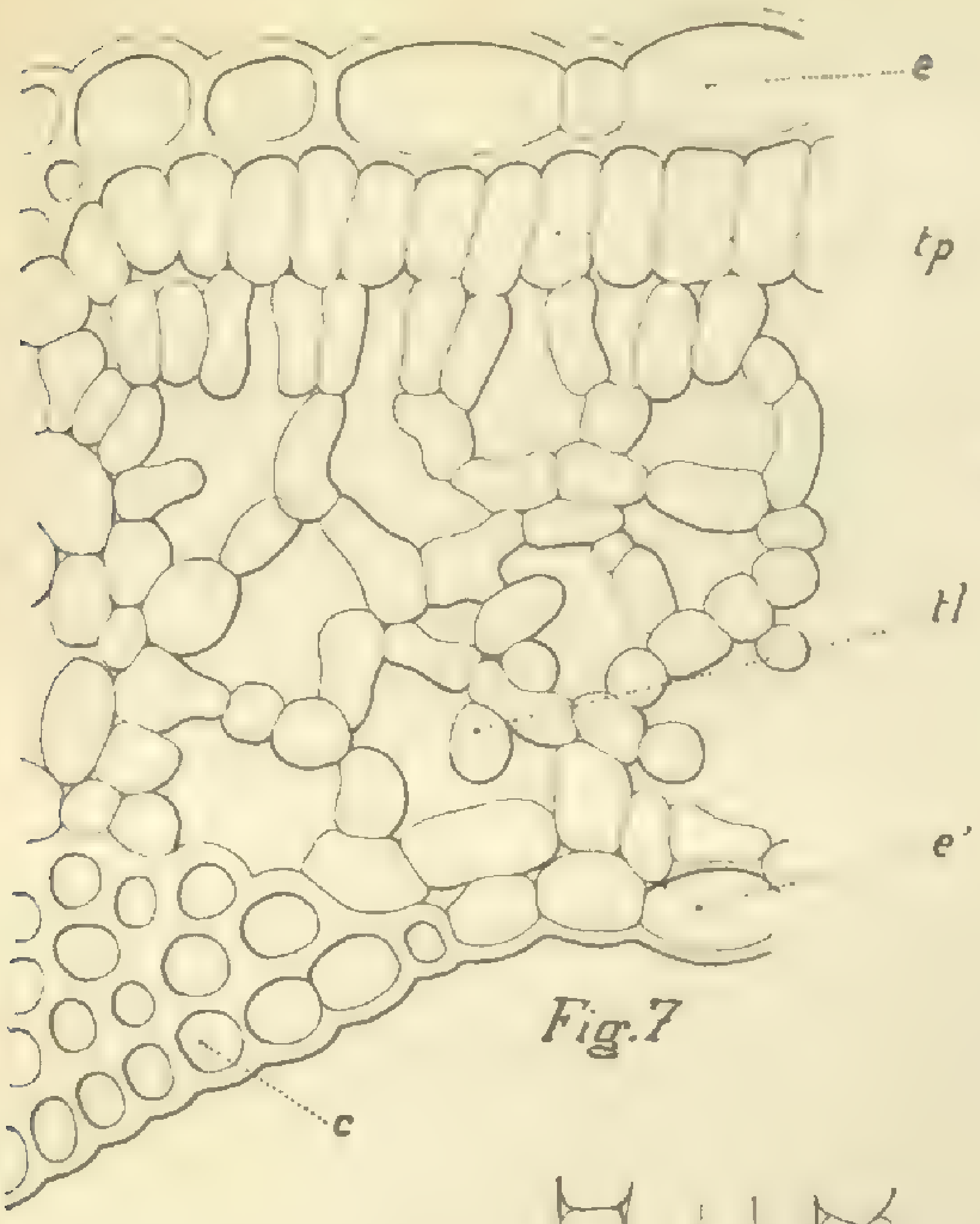


Fig. 7

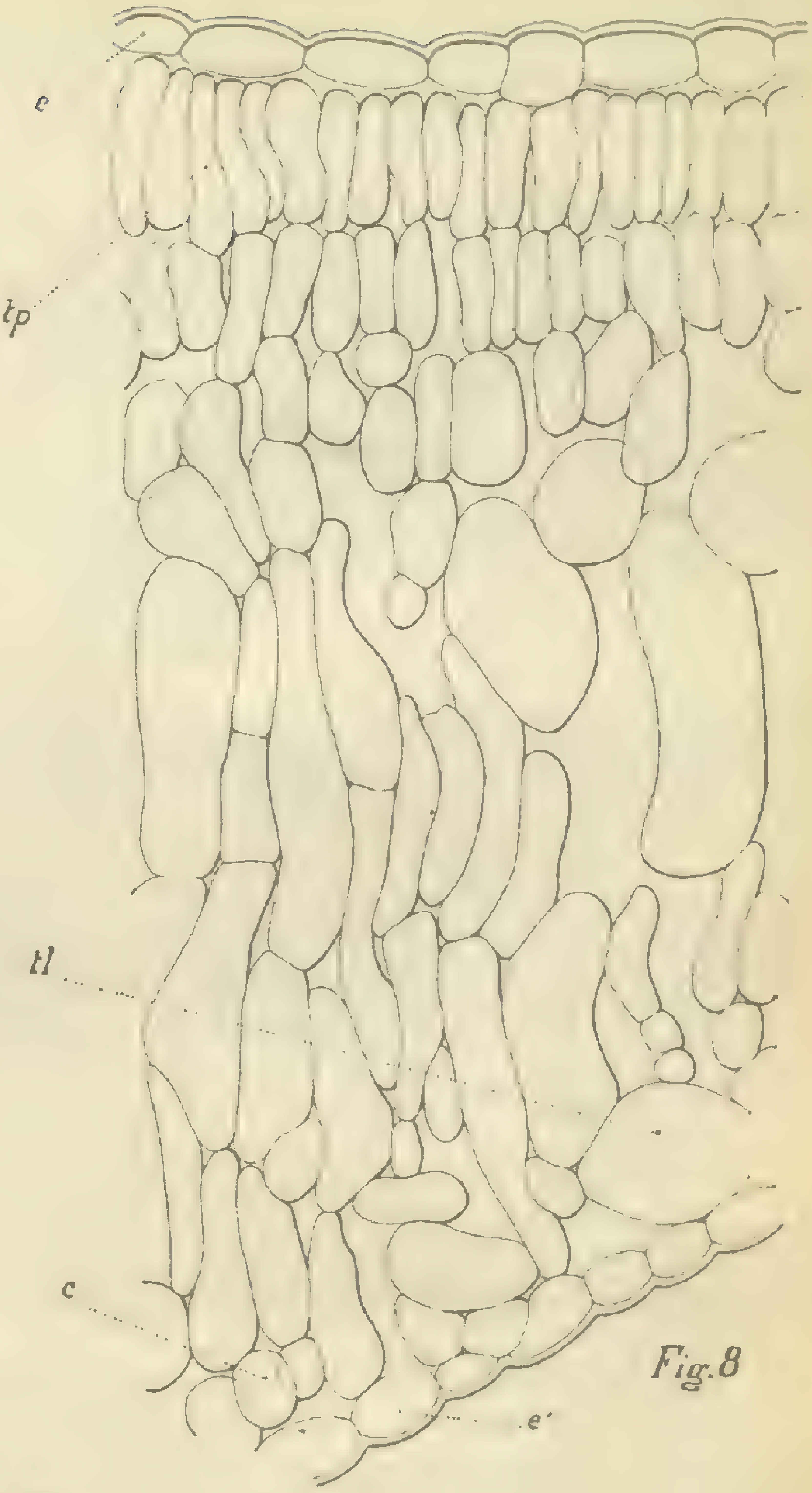


Fig. 8

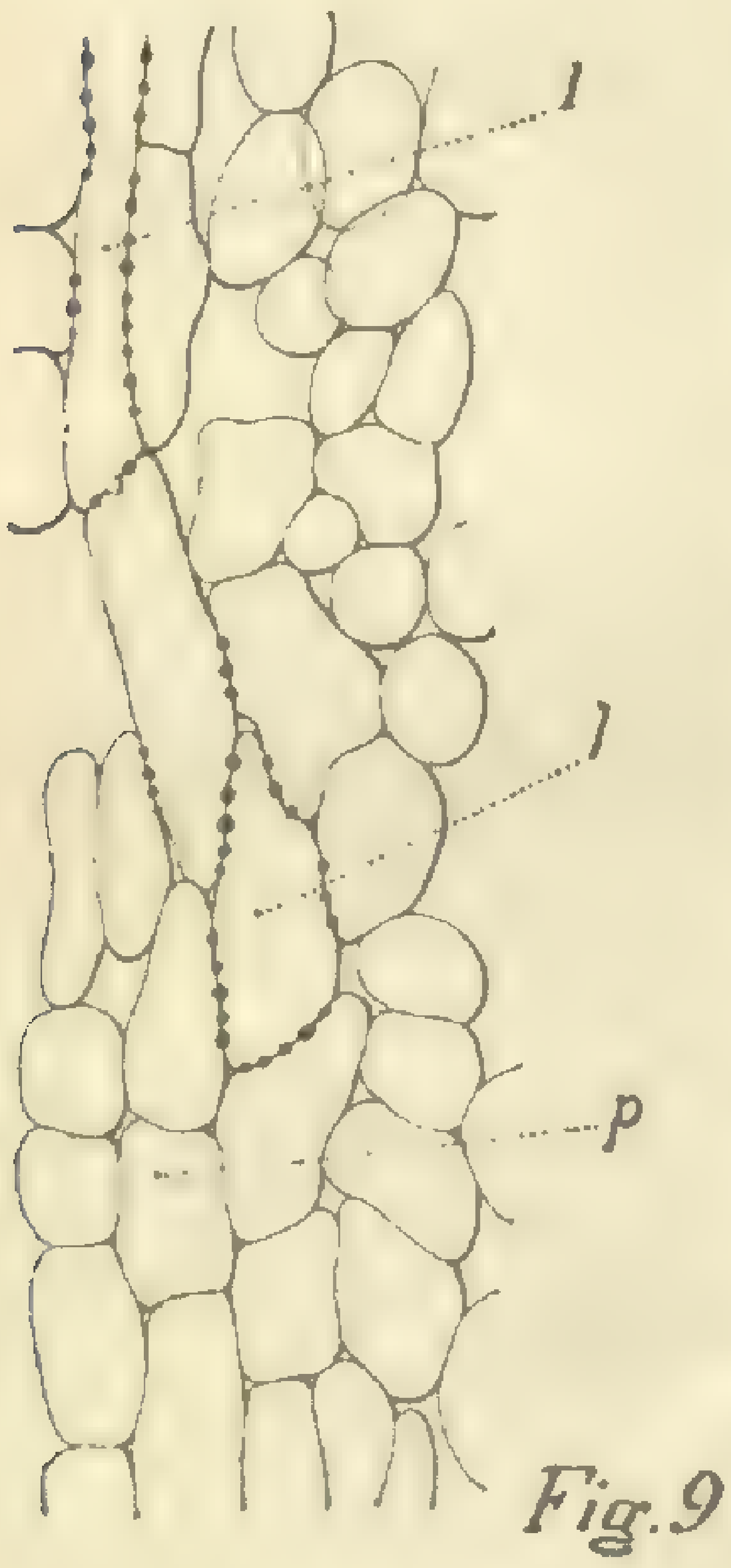


Fig. 9

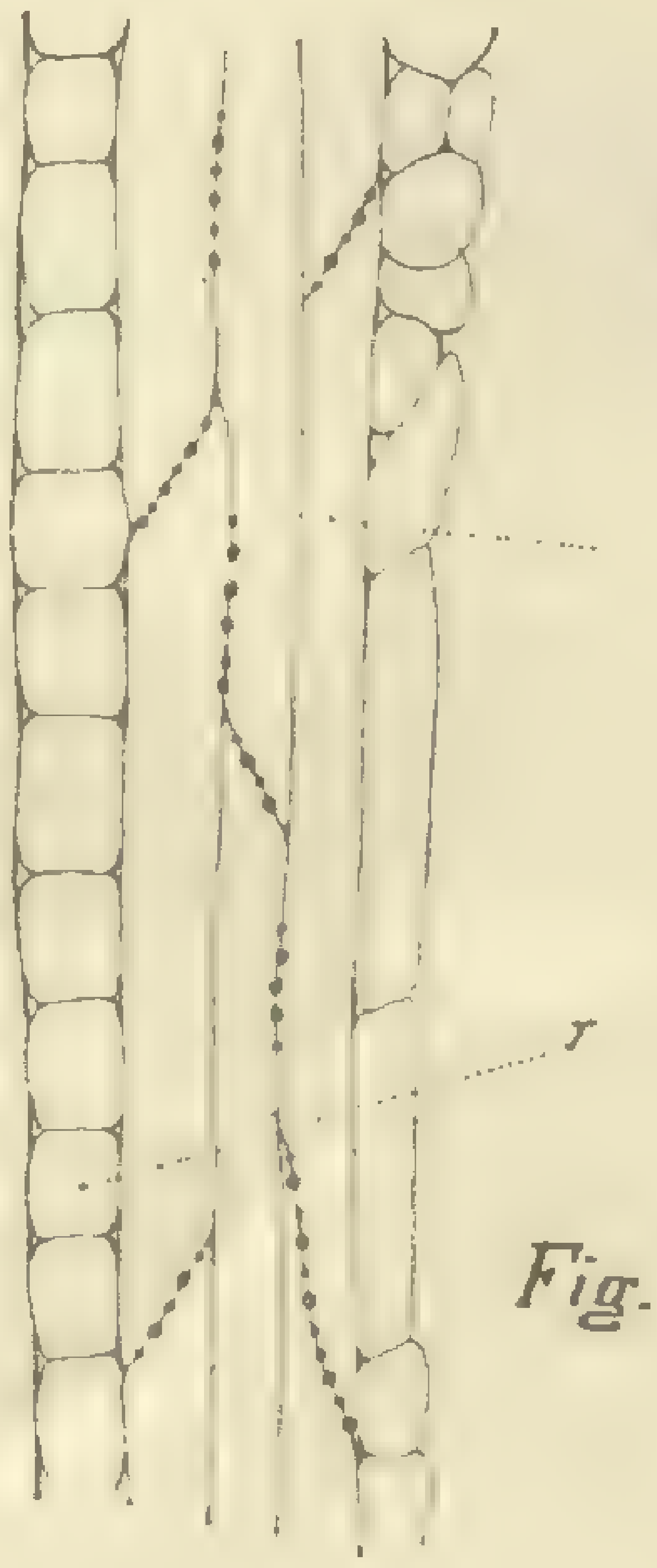


Fig. 10

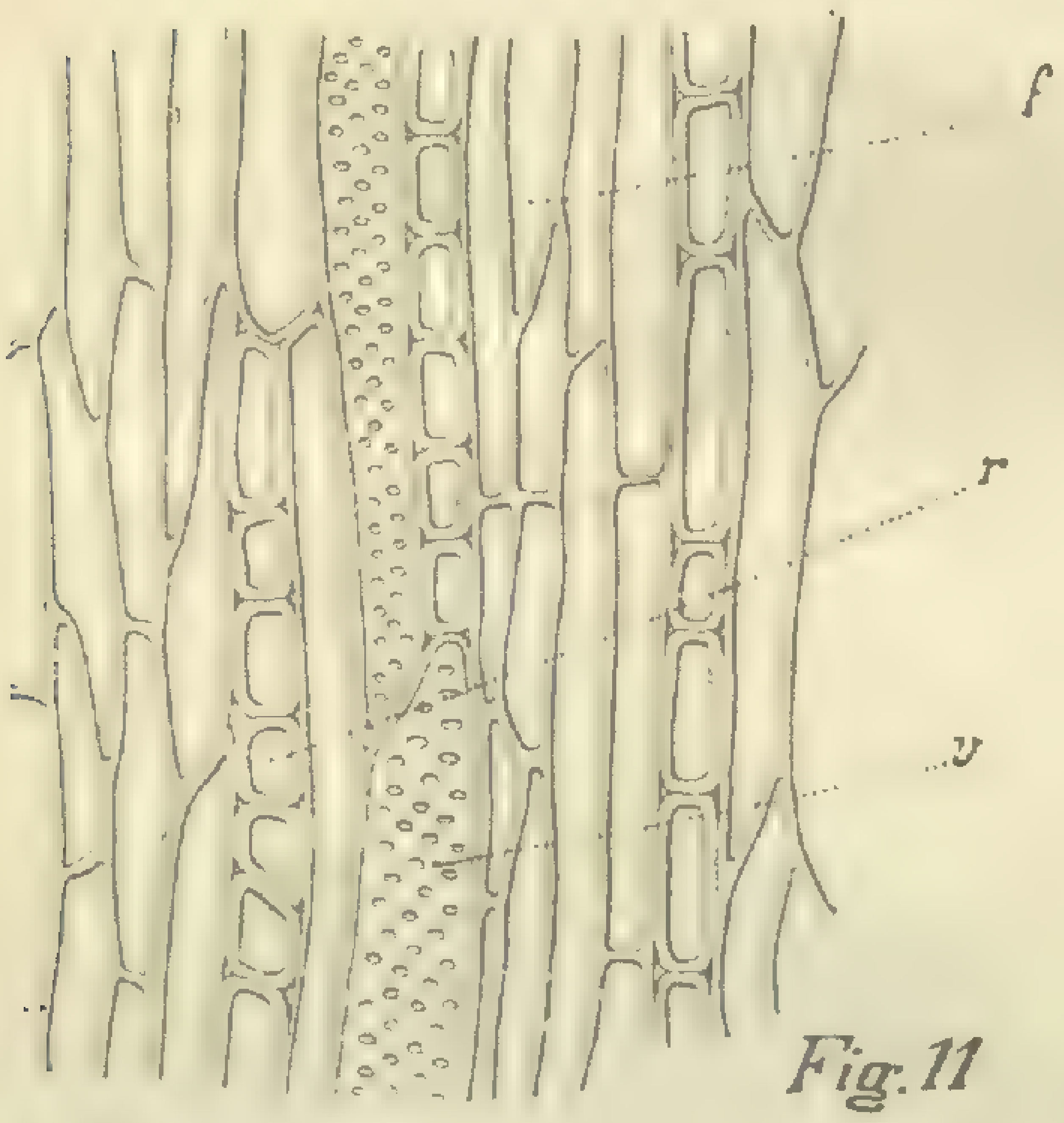


Fig. 11

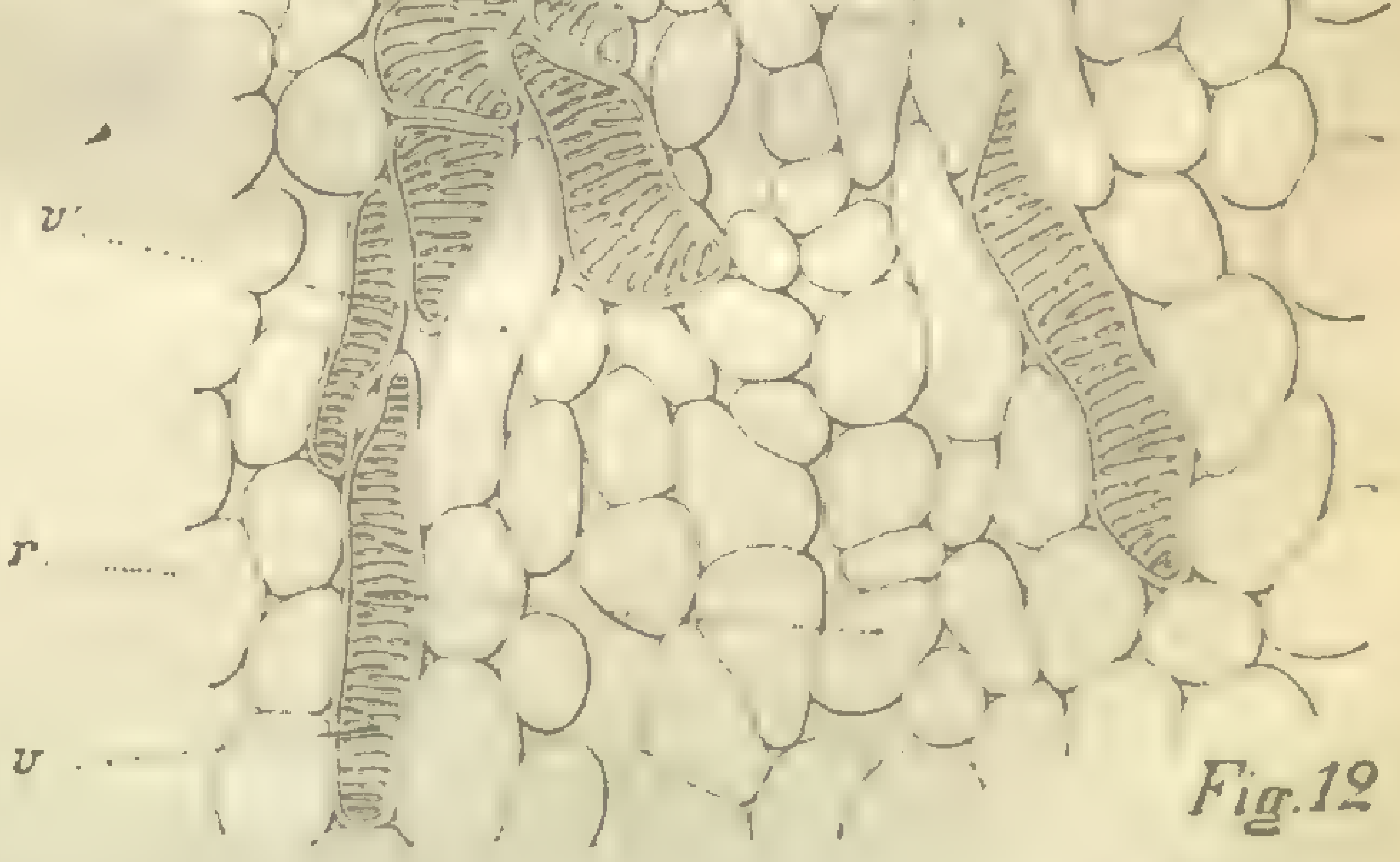


Fig. 12

G. de L. del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Mycocécidies des Ræstelia.

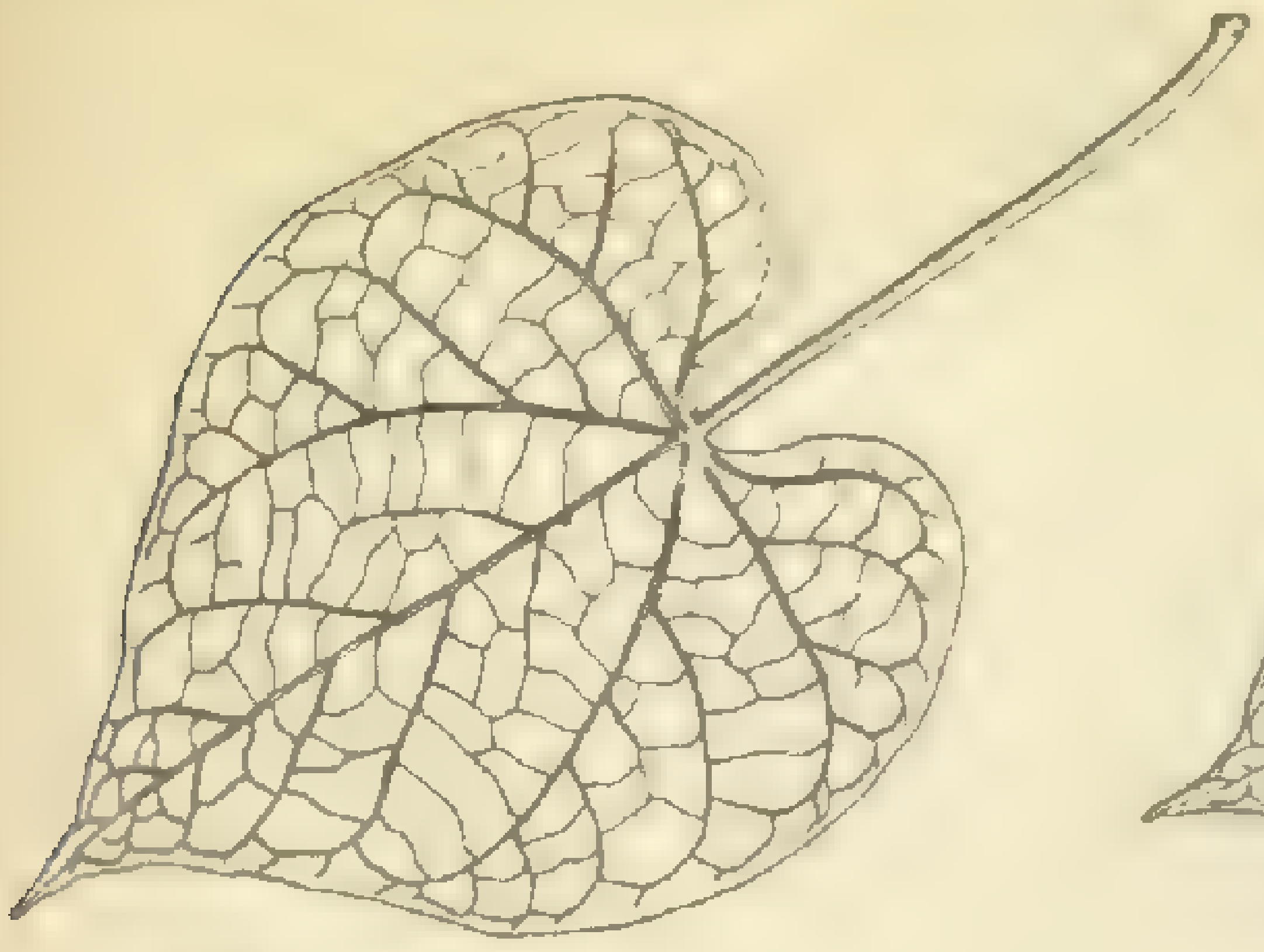


Fig. 82

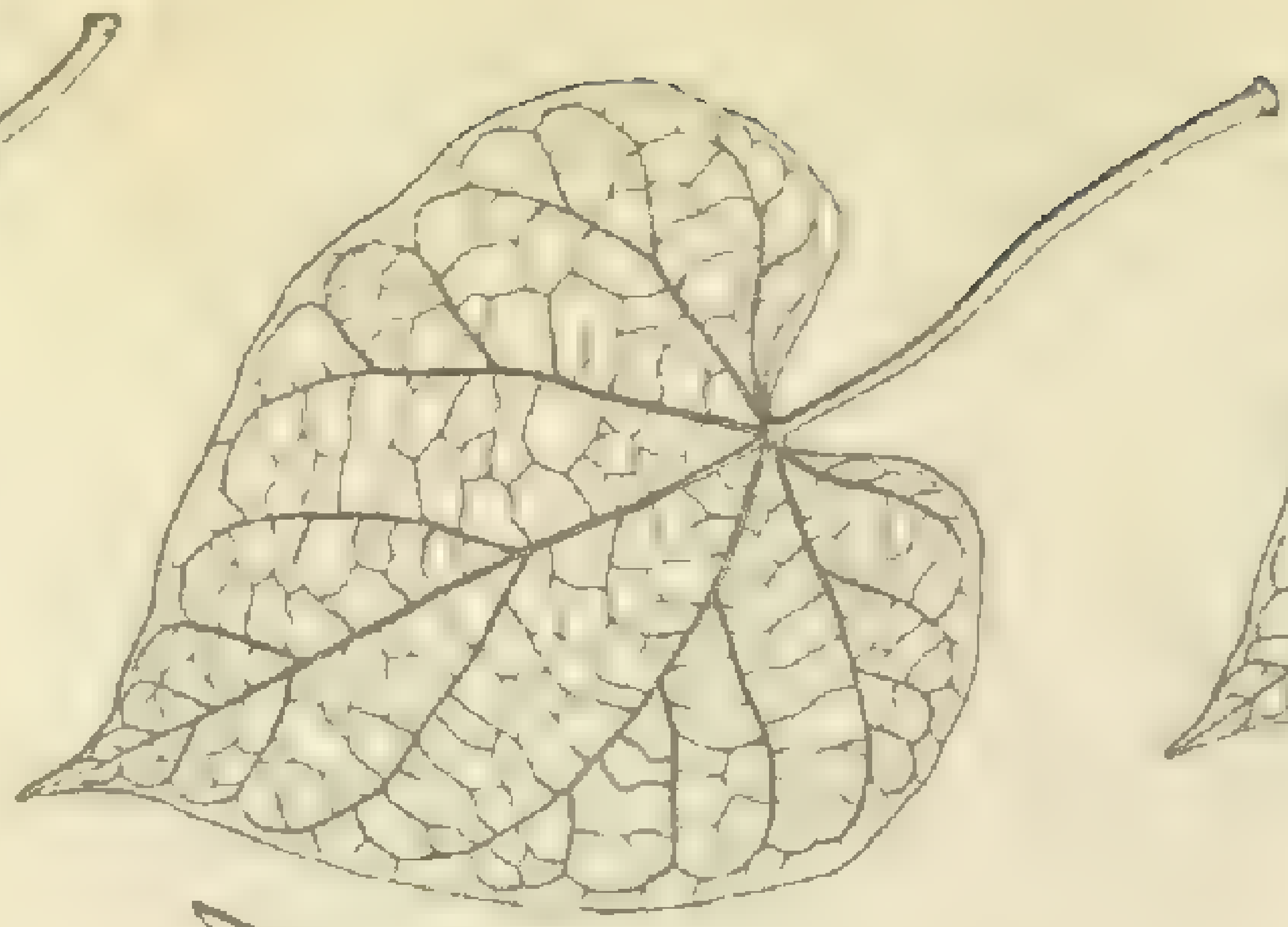


Fig. 81

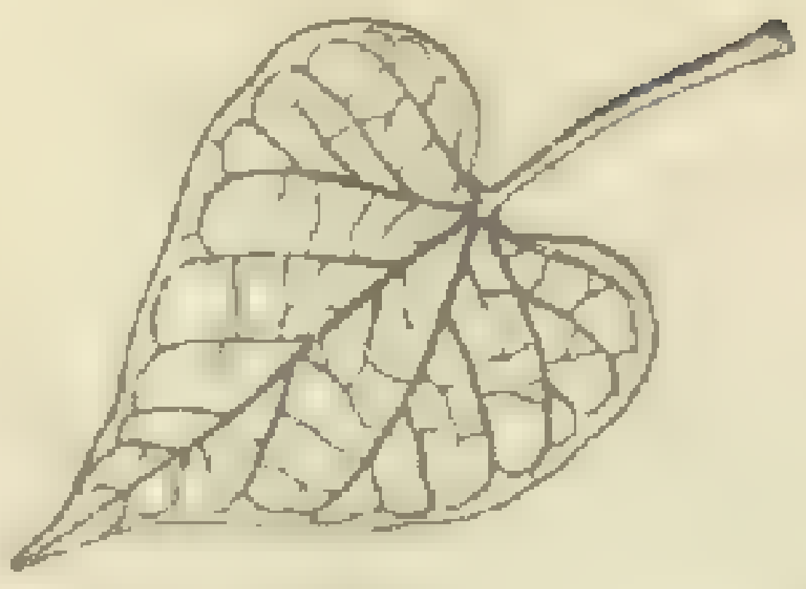


Fig. 80

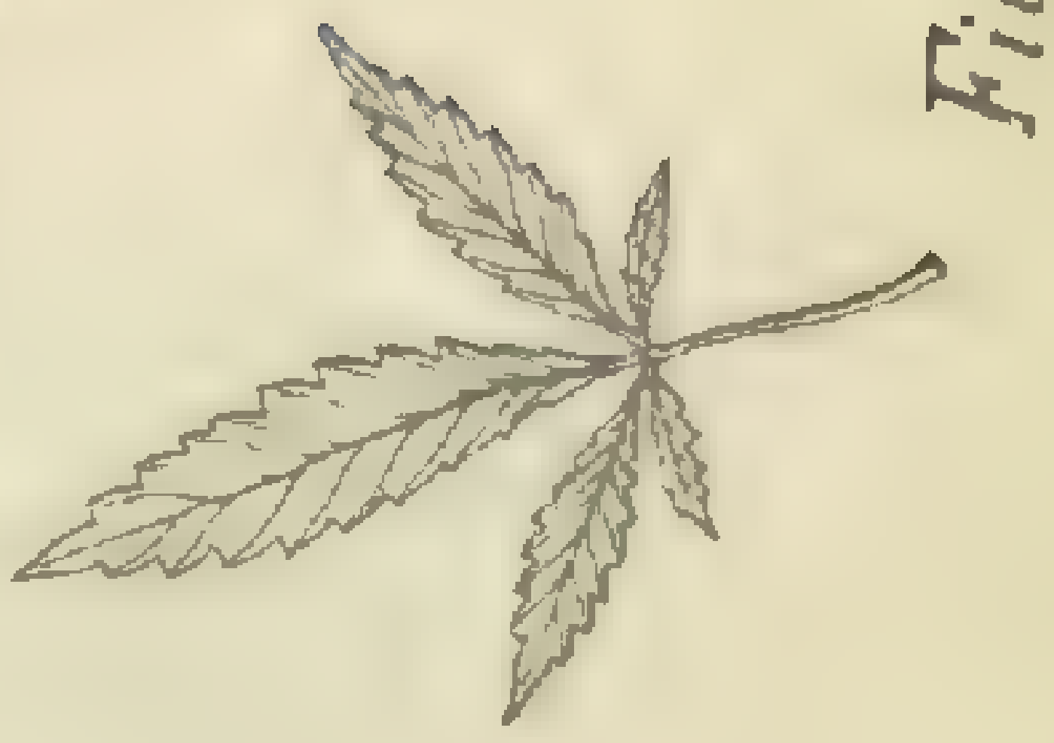


Fig. 72

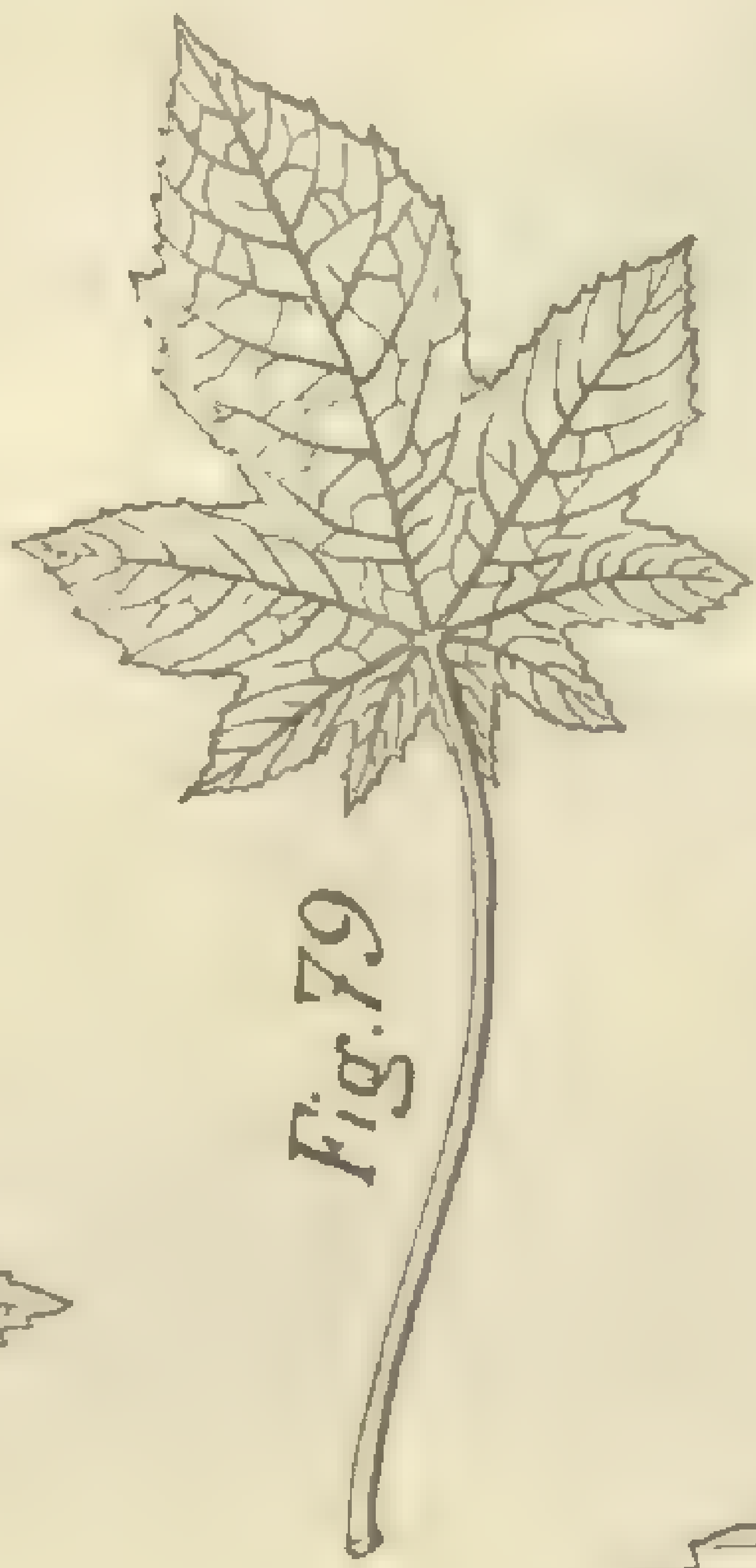


Fig. 79

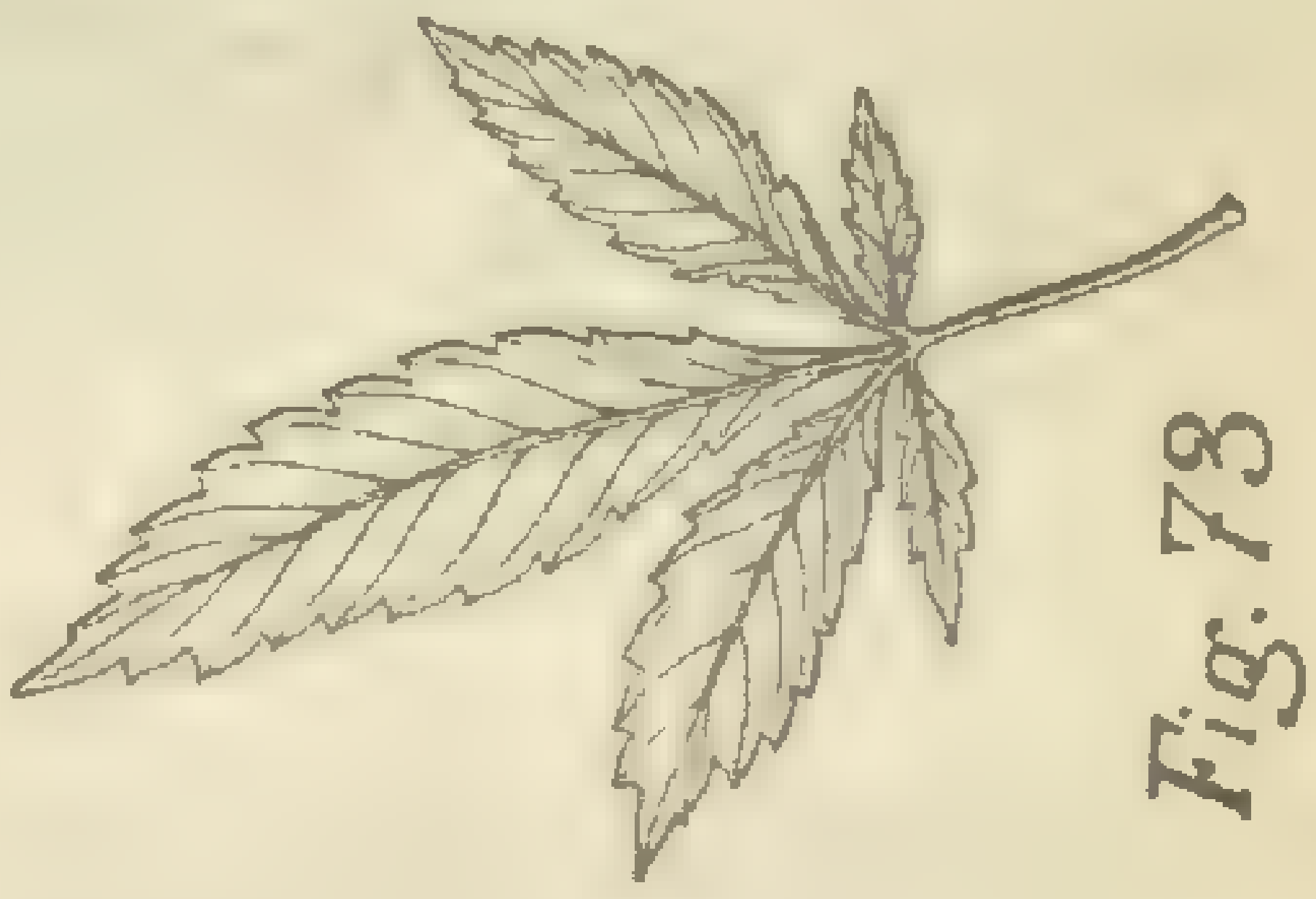


Fig. 73

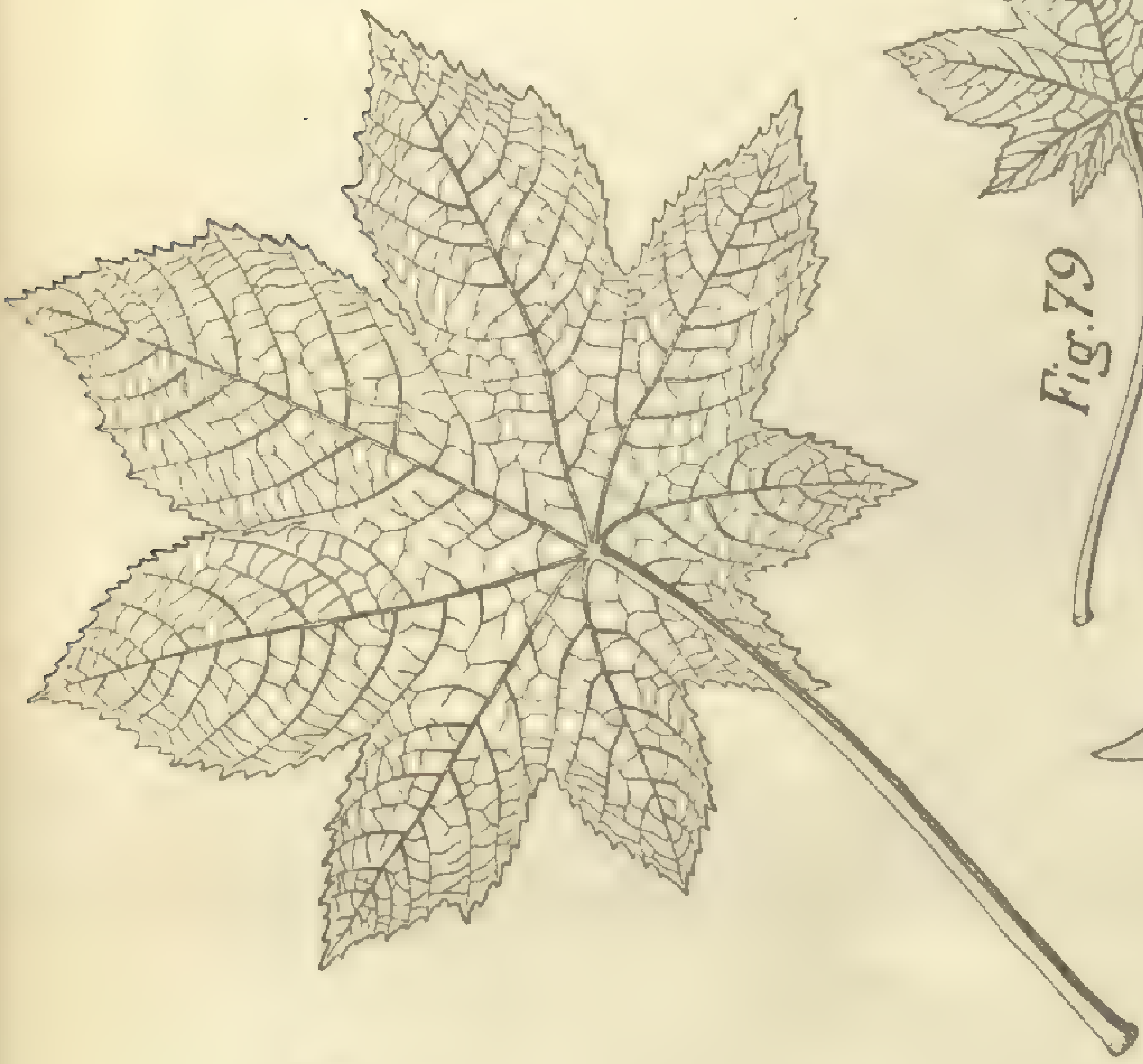


Fig. 78

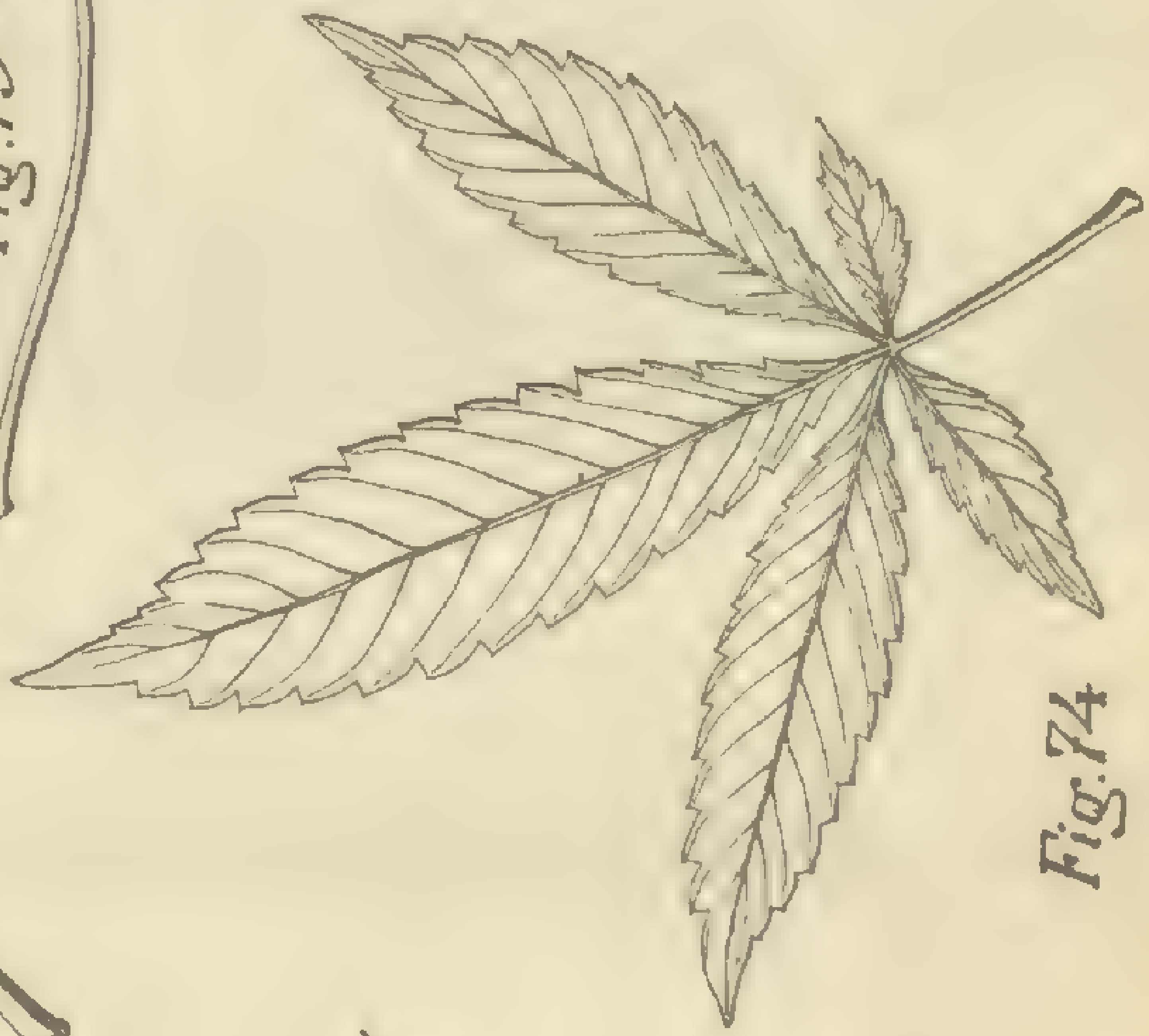


Fig. 74

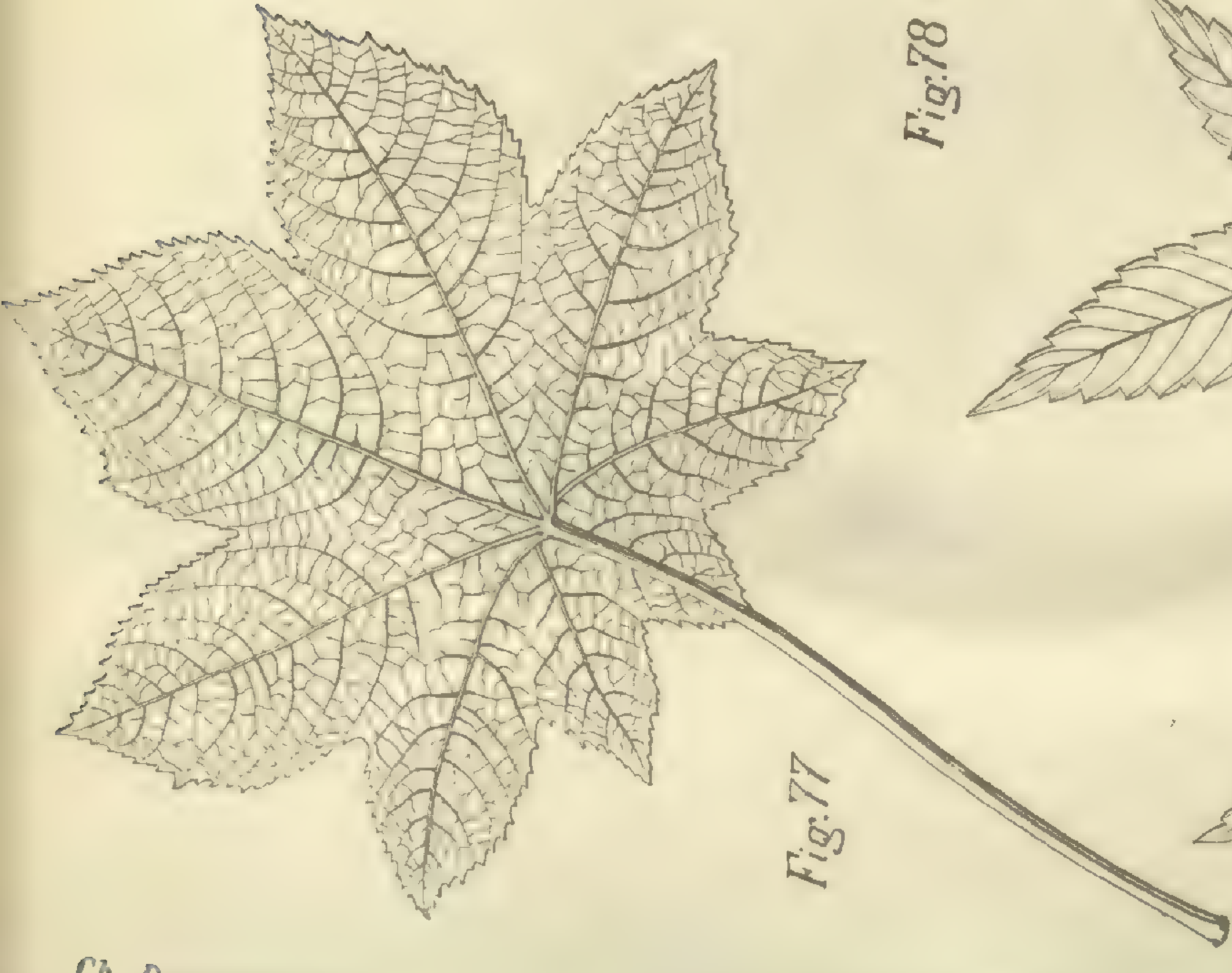


Fig. 77

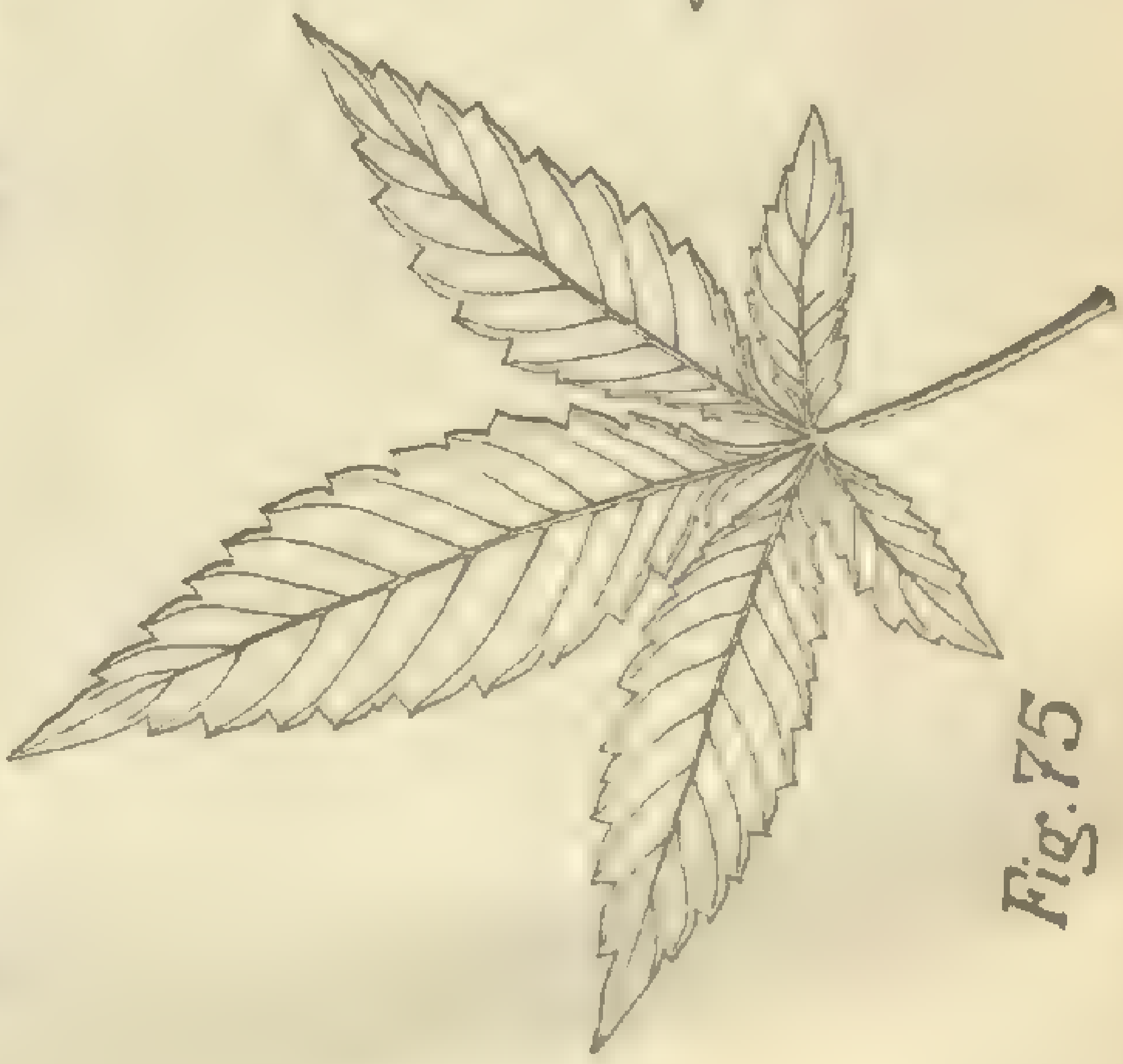


Fig. 75

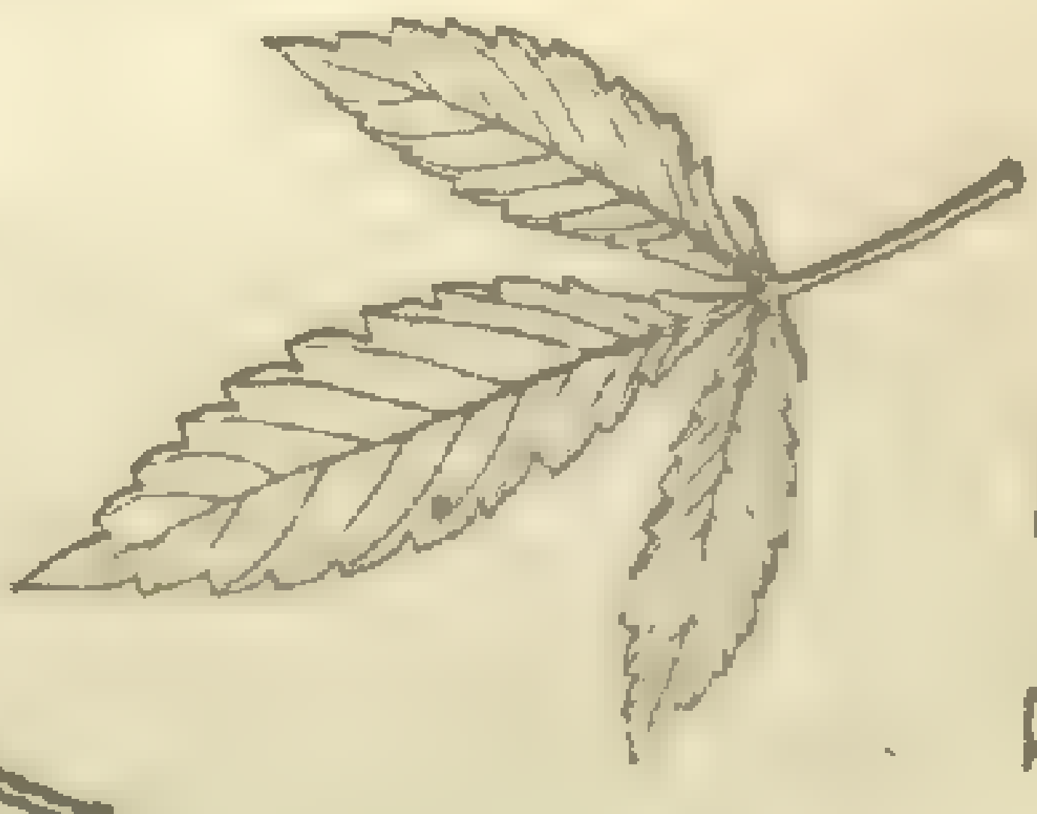


Fig. 76

Ch. Dassonville del. **Imp. Le Bigot.** **J. Poinsot sc.**

Chanvre [72, 73, 74, 75, 76 (*MgSO*^{4} à $\frac{10}{1000}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{0.5}{1000}$, $\frac{0.25}{1000}$ et 0)].

Ricin [77 (*Knop*); 78 (*sans magnésie*); 79 (*sans phosphate*)].

Ipomée [80 (*sans azotates*); 81 et 82 (*avec azotates*)].

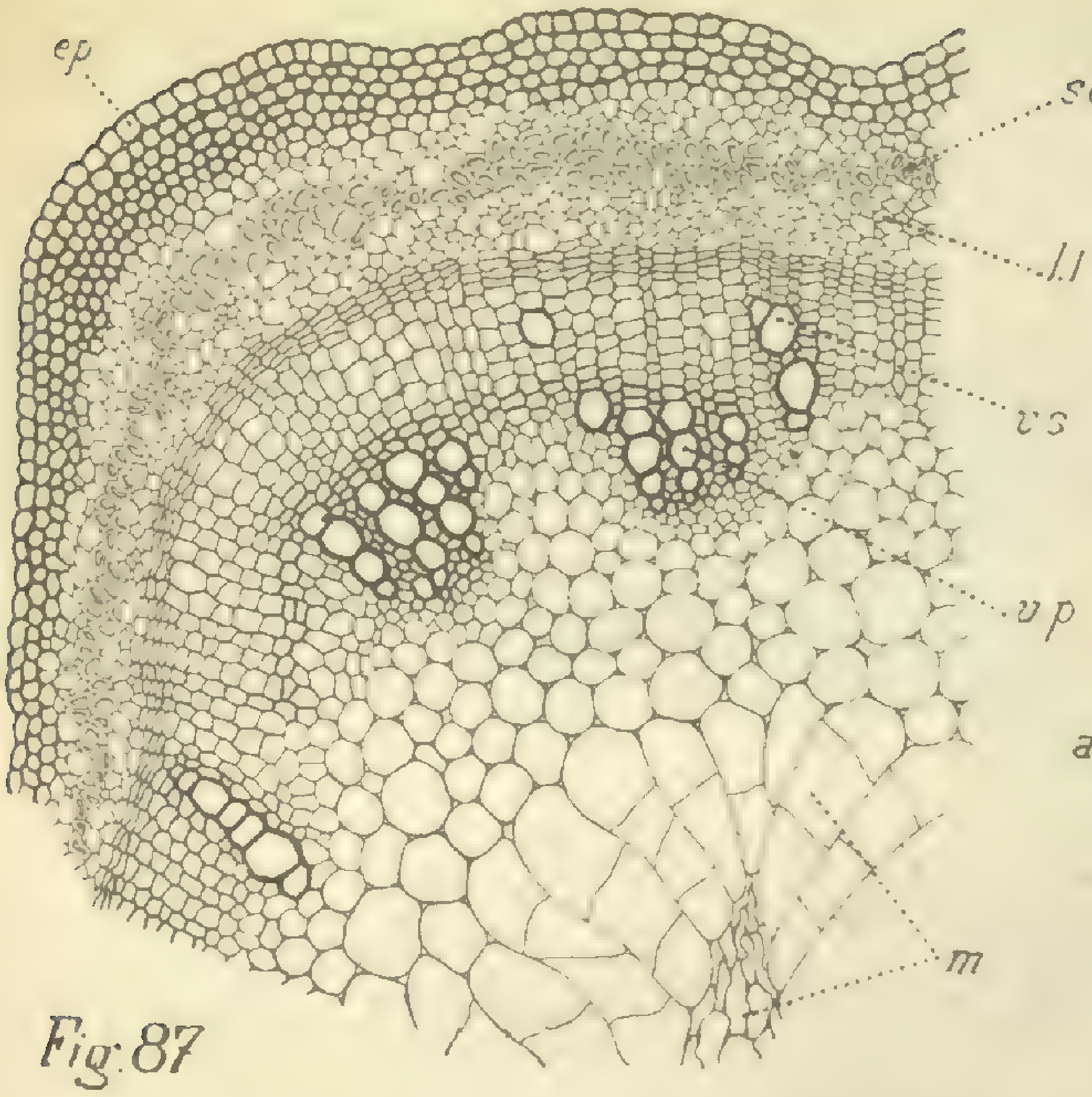

ep
scl
ll
v.s
v.p
m

Fig. 87

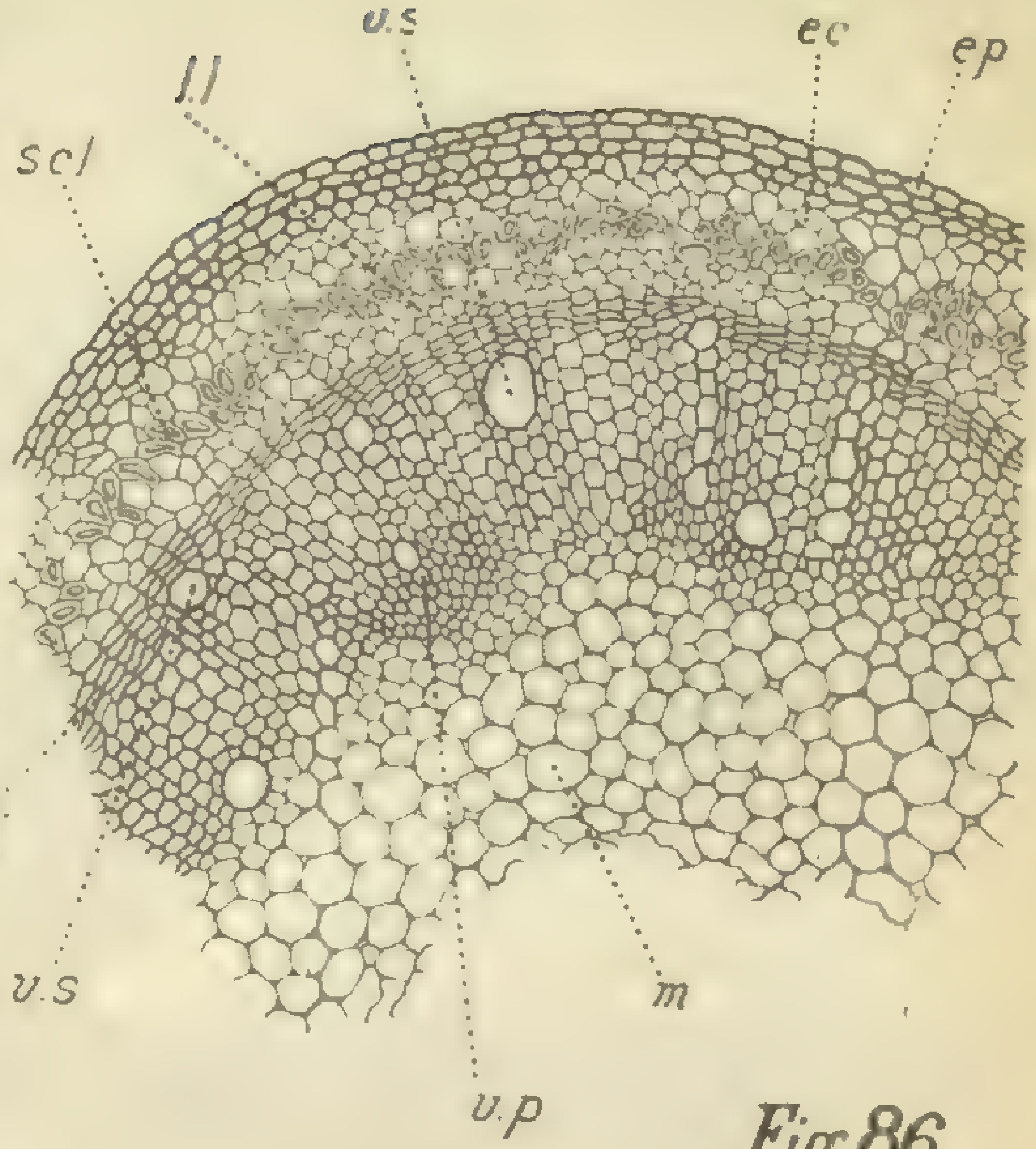

ll
v.s
ec
ep
scl
a.g
v.s
v.p
m

Fig. 86

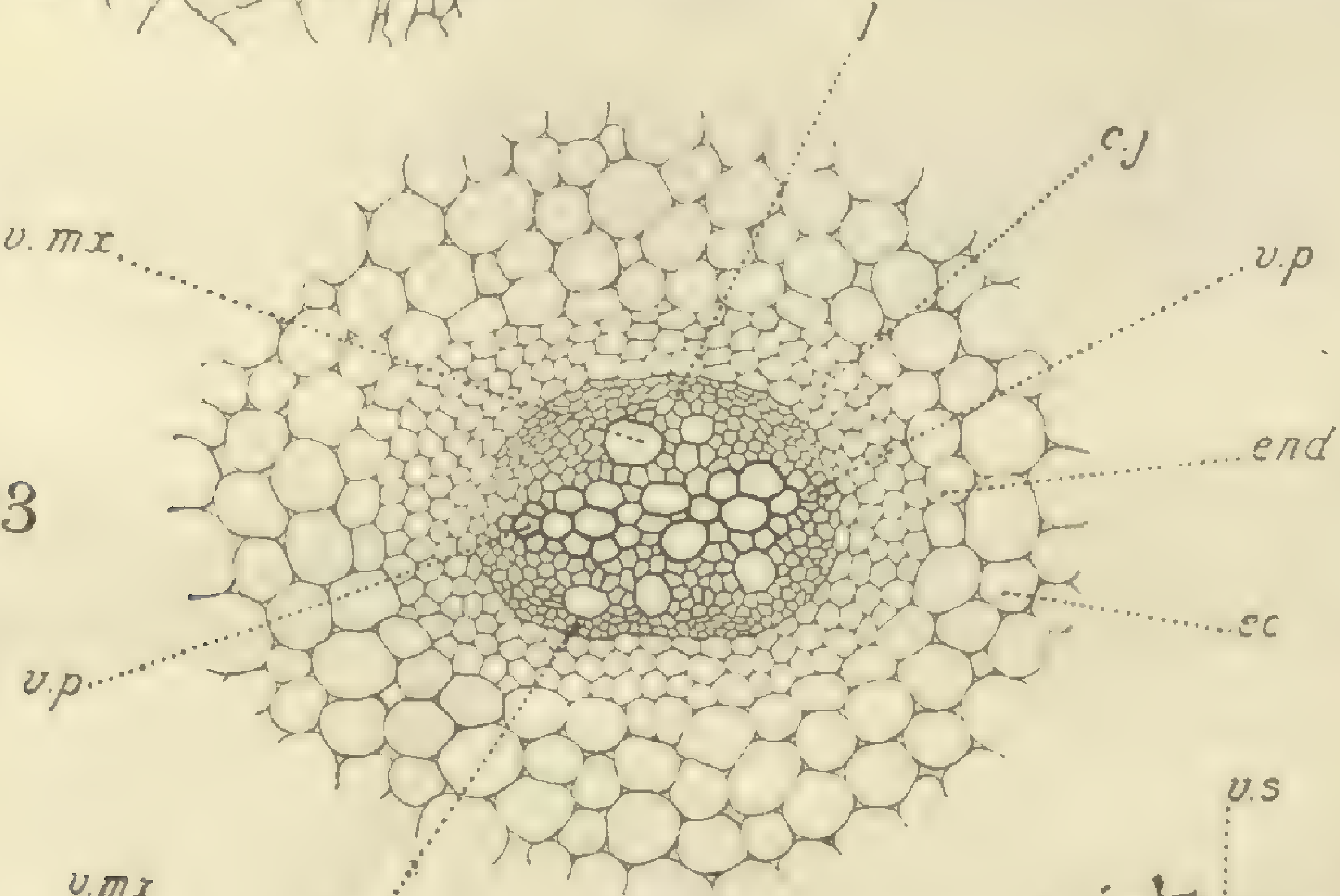

l
c.j
v.mx
v.p
end
ec
v.p
l

Fig. 83

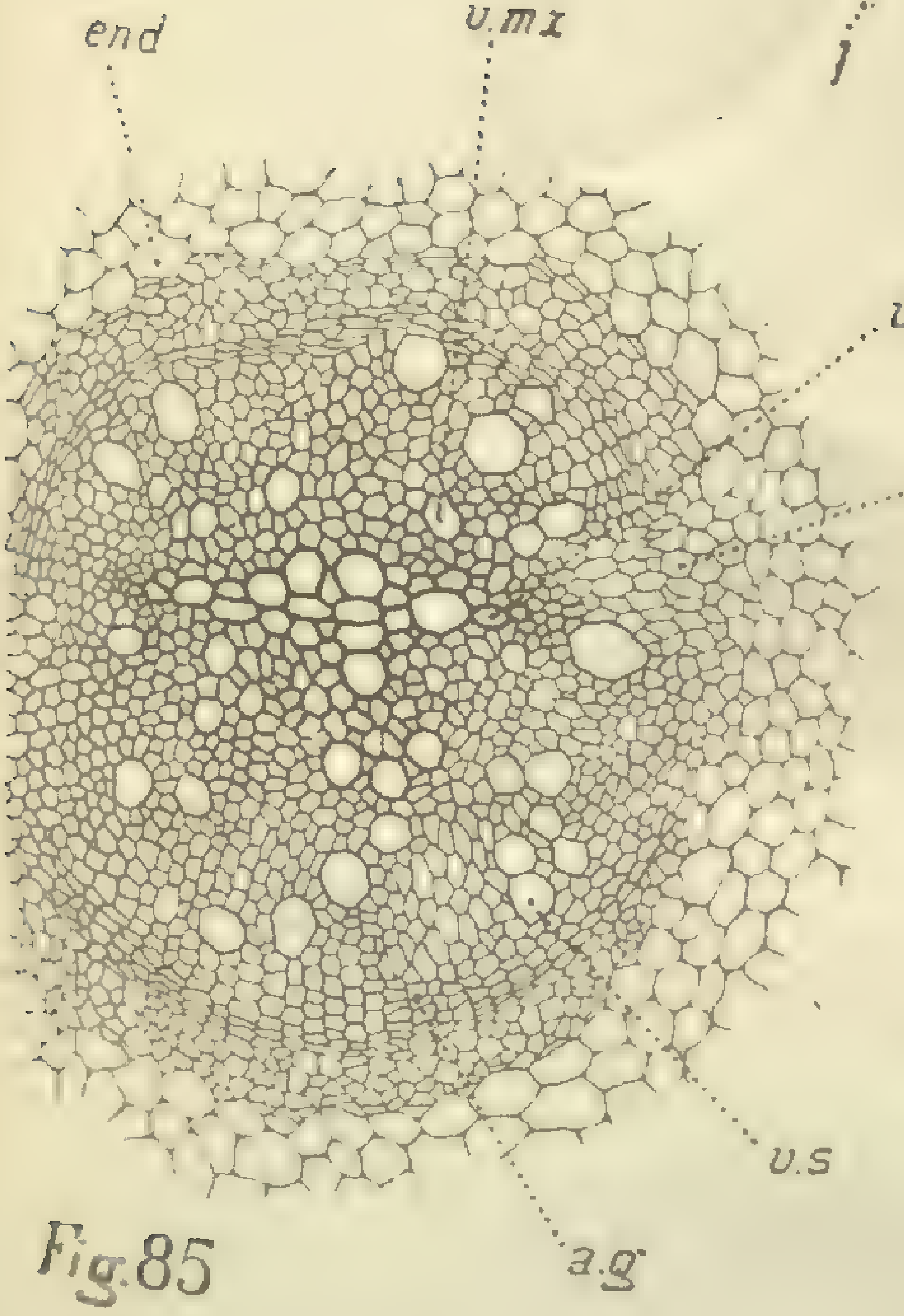

end
v.mx
v.p
c.j
v.s
a.g

Fig. 85

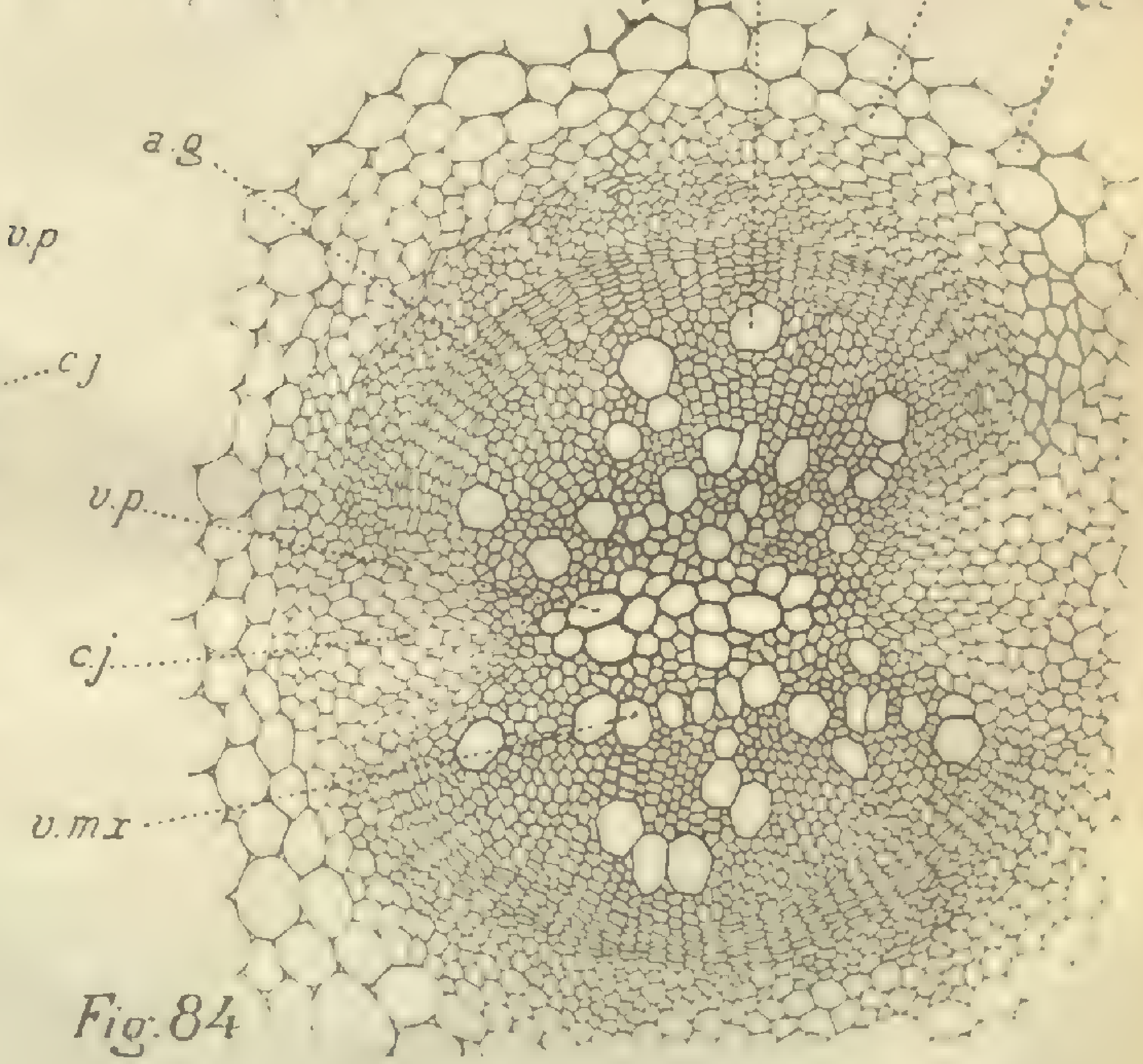

v.s
end
ec
a.g
v.p
c.j
v.mx

Fig. 84

Ch. Dassonville del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Chanvre

[83, 85 et 86 (*sans sulfate de magnésie*); 84, 87 (*sans sulfate*)].

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Duchartre, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Ily (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Juillet 1898

N° 115

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1898

I. — SUR LA CULTURE DES PLANTES EUROPÉENNES A MEXICO, par **M. L. G. Seurat** 273

II. — SUR LES MYCOCÉCIDIES DES *RŒSTELIA* (avec planches et figures dans le texte), par **M. L. Géneau de Lamarlière** *(fin)* 276

III. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville** *(suite)* 289

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte) par **M. L. Matruchot** *(suite)* 305

V. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1894-1897, par **M. A. M. Hue** *(suite)*. 312

Cette livraison renferme en outre huit gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LA
CULTURE DES PLANTES EUROPÉENNES A MEXICO

par M. L.-G. SEURAT

La température relativement peu élevée (1) qui règne à Mexico permet de cultiver sur le plateau un certain nombre de plantes européennes : Blé, plantes potagères, arbres fruitiers (Poirier, Pommier, etc.). Il existe même dans les jardins de Mexico un grand nombre de plantes communes de l'Europe. Un élément nécessaire, l'eau, faisant défaut pendant huit mois de l'année, empêche toutefois la grande culture de beaucoup de plantes européennes ; les Agaves (Magueys) et les Cactées sont les seules plantes qui puissent résister à cette sécheresse extrême.

Dans les lieux où on peut fournir l'eau artificiellement on a de belles cultures : dans une hacienda voisine de Mexico on obtient de magnifiques récoltes de Blé et de Maïs (deux par an) en irriguant les champs pendant la saison sèche ; dans les autres haciendas, on sème le Maïs vers la fin de la saison sèche (Juin) et la saison des pluies arrivant, les jeunes pousses ont de l'eau à discrétion et se développent rapidement.

Au sud de la ville se pratique la culture des plantes potagères et des fleurs ; cette culture se fait dans des conditions particulières, qu'il est intéressant de signaler. Cette région était autrefois occupée par un vaste lac peu profond, qui s'étendait d'ailleurs autour de Mexico. Les Aztèques ont recouvert de terre la végétation de Carex, ménageant des sillons où s'accumulait l'eau ; ces sillons limitaient des rectangles de petite dimension qui flottaient sur les eaux du lac. C'est sur ces champs en miniature que se fait l'ensemencement. Ces jardins flottants sont appelés *chinampas* (de tlali, terre et ompaatl, eau).

Le canal de la Viga, qui court du Sud au Nord depuis le lac de

---

(1) Température moyenne de l'année à Mexico (ville) : 15°4 centigrades, à l'ombre.

Xochimilco jusqu'à Mexico est bordé de ces jardins flottants ; les Indiens circulent autour des chinampas dans des canots très étroits et à l'aide d'écuelles jettent l'eau des fossés sur la petite culture. La chinampa est d'ailleurs mobile et peut être déplacée ; il arrive même que sous l'action du vent deux chinampas voisines arrivent à se toucher.

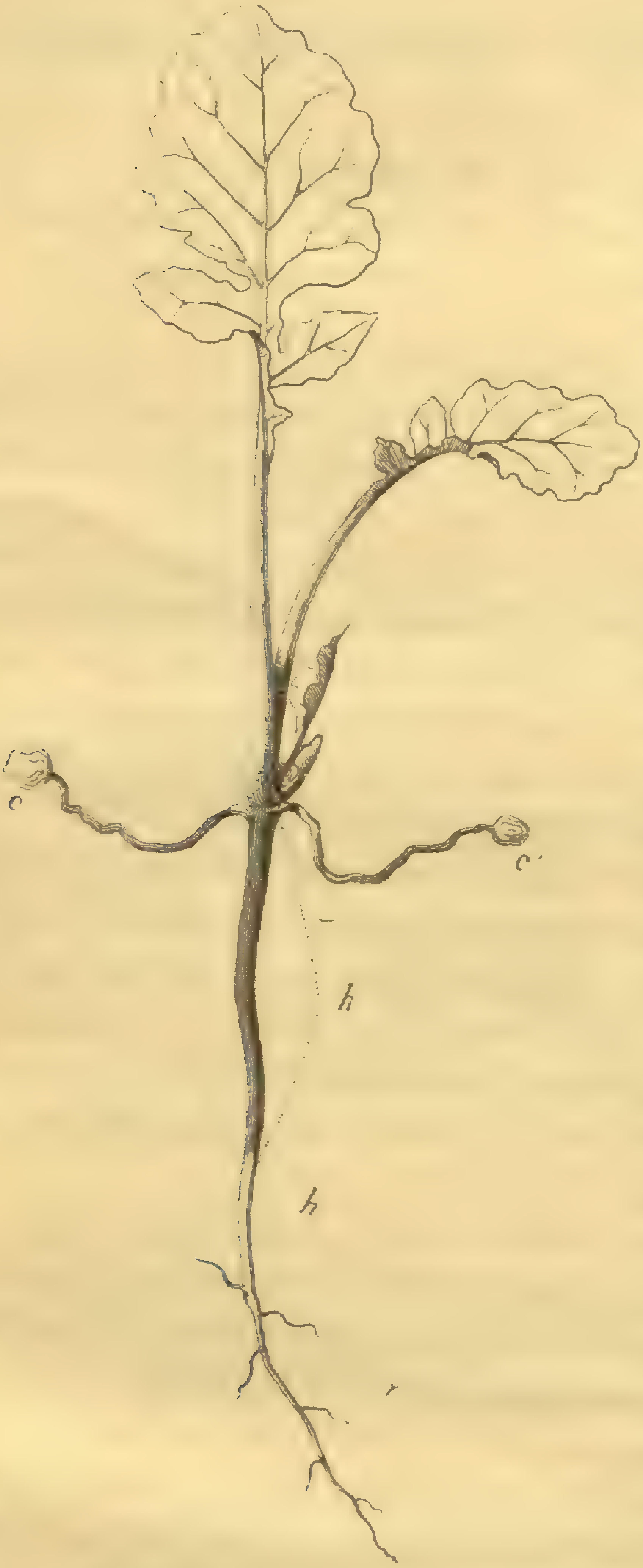


Fig. 47. — Échantillon de Radis, âgé de deux mois, provenant de graines de Mexico : *c*, *c'*, cotylédons flétris ; *h*, région de l'axe hypocotylé colorée en rouge ; *h'*, région blanche de l'axe hypocotylé ; *r*, racine.

Les plantes cultivées dans ces jardins flottants sont des plus variées : Blé, Orge, Maïs, Choux, Carottes, Navets, Artichauts, Poireaux, Radis cultivés, etc..., enfin il y a des fleurs, des Rosiers en particulier ; je signalerai également le Dahlia sauvage.

Toutes ces plantes sont transportées à la ville dans de grandes barques qui descendent le cours du canal de la Viga ; la partie sud de la ville, où se font ces arrivages de légumes, de fourrages et de fleurs est certainement un endroit que ce spectacle rend pittoresque et charmant.

Je signalerai enfin une observation relative aux plantes à tubercules ; si on sème des Radis cultivés, les graines venant d'Europe, on obtient, à condition de semer à l'ombre et de bien arroser, des Radis semblables à ceux de France ; si au contraire on sème des graines du « pays », on obtient un Radis sans tubercule, à tige souterraine (axe hypocotylé) grêle et uniforme.

J'ai obtenu ainsi, au bout de deux mois, dans un terrain bien abrité, bien fumé et arrosé deux fois par jour, des radis à feuillage bien développé (fig. 47), dont l'axe hypocotyle *h*, *h'* mesurant 61 millim. de longueur, avait un diamètre uniforme de 2^m2 à 2^m5 ; cet axe présentait d'ailleurs une région supérieure de couleur rouge *h*, correspondant à l'endroit où aurait du se faire le tubercule.

L'absence du tubercule est facile à expliquer : la plante transportée à Mexico ayant une température uniforme d'un bout de l'année à l'autre, de l'eau à discrétion fournie par le jardinier, n'a pas à interrompre sa végétation pendant l'hiver (l'hiver à Mexico est caractérisé par des nuits très froides, où le thermomètre descend aux environs de 0 degré C., et des journées chaudes ; les plantes potagères sont protégées contre le froid par le jardinier) et n'ayant pas besoin de faire de réserves, perd l'habitude d'en faire dès la première génération ; les graines du pays sont en effet les graines de Radis provenant d'Europe. La graine doit donc être constamment importée d'Europe.

Le même phénomène se produit avec les Carottes, les Navets, etc. En soumettant ces plantes à un régime uniforme en Europe, on arriverait à des résultats identiques.

Il y a enfin un autre point qui mérite d'être éclairci : on a prétendu que certaines plantes d'Europe transportées à Mexico ne donnaient pas de graines ; en réalité il n'en est rien. Ce qui a pu donner naissance à cette croyance est le fait que les arbres fruitiers, malgré de nombreux soins, ne donnent que de maigres résultats le plus souvent ; je crois que le fait est dû à ce qu'un grand nombre de fleurs ne sont pas fécondées, par suite de l'absence des insectes destinés à assurer la pollinisation.

SUR LES
MYCOCÉCIDIES DES RŒSTELIA

par M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE *(Fin).*

2° — Cécidies du Pétiole.

La coupe transversale d'un pétiole de *Cratægus* montre une silhouette qui se rapproche beaucoup d'un cercle, sauf au niveau de la face supérieure qui est marquée par une entaille correspondant à une gouttière et qui est bordée de chaque côté par un bourrelet (1, fig. 48).

La coupe transversale de la cécidie pétiolaire montre un contour plus irrégulier et vaguement circulaire (2, fig. 49). L'irrégularité est généralement causée par l'éruption des écidies. Quant à la gouttière de la face supérieure, elle est à peine indiquée par un léger sillon, et, dans plusieurs cas elle est même remplacée par un véritable bourrelet présentant des fructifications écidiales.

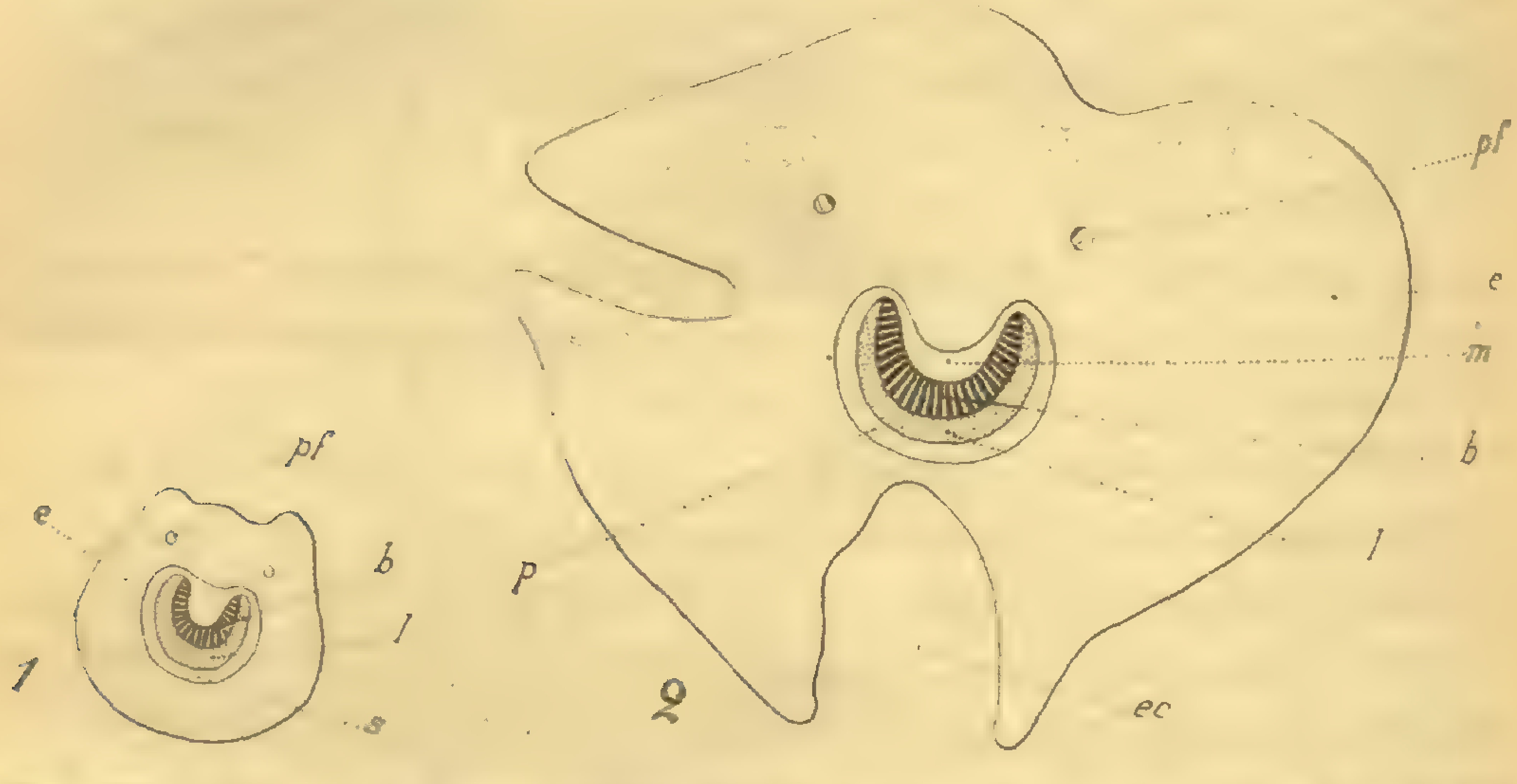


Fig. 48 et 49. — (1) Coupe transversale schématique du pétiole du *Cratægus Oxyacantha* : *pf*, petits faisceaux ; *e*, écorce ; *s*, sclérenchyme ; *l*, liber ; *b*, bois. — (2) Coupe transversale du pétiole attaqué (schématique) : *ec*, loge d'une écidie ; *e*, écorce ; *pf*, petit faisceau ; *p*, péricycle ; *l*, liber, *b*, bois ; *m*, région médullaire. — Ces deux schémas, faits à la chambre claire et au même grossissement, montrent les dimensions comparatives des organes attaqués et indemnes.

a. — Épiderme.

La comparaison de l'épiderme de la cécidie et de celui du pétiole normal montre des différences absolument du même ordre que celles que j'ai fait voir plus haut dans la tige. Le tissu protecteur est donc ici encore moins bien différencié dans la cécidie que dans le pétiole normal.

b. — Écorce.

Sous l'épiderme, sur tout le pourtour du pétiole, se montrent généralement deux assises de cellules collenchymateuses ; elles ont une coupe transversale circulaire et des parois à peine épaissies : elles sont plus grandes que les cellules épidermiques, mais plus petites que les cellules corticales proprement dites. Par leur taille plus grande, la présence de méats triangulaires ou quadrangulaires, et la minceur de leurs parois cellulosiques, ces cellules se distinguent de leurs voisines. On ne voit pas d'endoderme différencié. A la face supérieure du pétiole, et surtout au niveau des bourrelets qui bordent la gouttière ventrale, le tissu cortical est lacuneux et formé de petits éléments arrondis.

Tout cet appareil cortical est remplacé dans la cécidie pétiolaire par un parenchyme exactement semblable à celui qu'on rencontre au même niveau dans la tige attaquée. Et, si l'écorce de la tige et du pétiole normaux ne sont pas tout-à-fait identiques, leur différenciation sous l'action du parasite aboutit à la formation de tissus semblables, c'est à-dire d'un parenchyme à parois cellulosiques minces bourré de réserves.

c. — Cylindre central.

Le cylindre central de la tige est représenté dans le pétiole de l'Aubépine par trois faisceaux très inégaux. Le médian, vu sur une coupe transversale, a la forme d'un croissant à concavité tournée vers la face supérieure, les deux latéraux beaucoup plus petits, presque circulaires sont situés en face des cornes de croissant.

Le faisceau médian montre un arc péricyclique continu sur toute sa face dorsale. Ce sont des fibres à parois polygonales, épaissies et lignifiées, mais à cavité interne encore assez développée ;

elles paraissent avoir une tout autre forme que les cellules péricycliques de la tige. Cependant leur sort est le même dans la cécidie : elles évoluent, sous l'influence du Champignon, en parenchyme à réserves, semblable à celui qu'on rencontre au même niveau dans la tige. Cependant, il arrive que certaines cellules échappent à l'action du parasite et évoluent en fibres scléreuses parfaitement différenciées.

Le liber du faisceau médian forme un arc s'emboîtant dans le précédent. Sa structure est celle du liber normal : il est interrompu çà et là par des rayons médullaires formés d'une seule rangée de cellules plus grandes que leurs voisines.

Au contact du liber et du bois se trouve une zone de cloisonnements réguliers et parallèles qui indiquent le début de la formation d'un cambium. Le pétiole normal montre donc quelques tissus secondaires peu développés.

Dans la cécidie, le liber est bien développé et sa division en compartiments est plus nettement accentuée que dans le liber normal, par suite de ce fait que les cellules médullaires se développant beaucoup, tranchent sur le fond de la préparation. Je n'ai pas trouvé de traces de cambium dans la cécidie pétiolaire, s'il existe quelquefois, son existence est tout-à-fait éphémère.

Le bois normal forme un arc plus interne que celui du liber, il est composé d'un grand nombre de vaisseaux en séries radiales disposés en un seul rang et en contact les uns avec les autres. Les séries sont séparées par une rangée de cellules (quelquefois deux), parenchymateuses, à parois minces et cellulosiques, qui sont des rayons médullaires.

Dans la cécidie pétiolaire, les faisceaux du bois, comme ceux du liber sont très distincts les uns des autres par suite de l'élargissement des rayons médullaires, élargissement dû uniquement à la grande taille des cellules et non à leur multiplication, car elles sont toujours unisériées dans le sens radial. Les vaisseaux au contraire sont plurisériés.

Enfin la face supérieure du faisceau médian est occupée par un tissu équivalent à la moelle de la tige, qui est un parenchyme à parois lignifiées, à l'état normal. Dans la cécidie, cette région est transformée en un tissu tout-à-fait semblable au péricycle, avec lequel il se met d'ailleurs en relation, en contournant les deux cornes du croissant libéro-ligneux.

Voici le résultat de quelques mensurations comparatives faites sur le pétiole normal et sur la cécidie pétiolaire. Les dimensions sont prises sur une ligne qui coïncide avec le plan de symétrie de structure.

	Pétiole normal	Cécidie pétiolaire	Rapport
Épiderme	1	2	1/2
Collenchyme	3	5	3/5
Écorce	12	80	3/20
Arc scléreux	3	5	3/5
Liber	5	5	1
Bois	8	14	4/7
Moelle	7	25	1/4 env.
Écorce sup.	21	95	1/4 à 1/5
Épiderme	1	2	1/2.

Mais, je le répète, ces chiffres sont tout au plus bons à donner une idée de la taille relative de la cécidie et du pétiole normal, et ils sont essentiellement variables, tout au moins dans certaines limites.

Quant aux petits faisceaux latéraux, leur développement dans le pétiole est variable et ils peuvent même manquer. On distingue sur leur face dorsale une assise de cellules péricycliques lignifiées, puis un liber très développé, enfin quelques éléments peu nombreux constituent le bois. Ces diverses régions, dans la cécidie, subissent les mêmes modifications que les régions homologues du grand faisceau médian.

En résumé, rien dans cette cécidie ne diffère essentiellement de celle que j'ai étudiée précédemment et qui était formée aux dépens de la tige. Les tissus homologues ont subi une évolution semblable, c'est-à-dire presque toujours une différenciation moindre que dans les organes à l'état normal. Le Champignon a donc agi identiquement sur deux organes différents de la même plante.

3o — Cécidies du Limbe.

L'attaque du Champignon se produit le plus souvent au niveau de la nervure médiane, à différentes hauteurs, plus rarement sur les nervures latérales. Le gonflement produit ainsi, toujours moins développé que ceux des tiges et des pétioles, est saillant surtout sur la face inférieure de la feuille: au niveau de la face supérieure il y a en général une dépression qui porte un grand nombre de spermogonies.

La nervure médiane reproduit, dans sa structure, les diverses particularités citées à propos du pétiole. Cependant le péricycle du faisceau n'est pas lignifié. A la face supérieure, la cavité du faisceau est occupée par un tissu équivalent à la moelle de la tige mais non lignifié. La gouttière dorsale du pétiole est remplacée par une masse de tissu collenchymateux épais, formant un gros faisceau. Le limbe qui s'insère de chaque côté de cette nervure médiane montre deux épidermes à grandes cellules, une assise palissadique très nette et l'ébauche d'une deuxième. Le tissu lacuneux est bien développé.

La cécidie, au niveau de la nervure médiane, montre la structure suivante :

L'épiderme et l'écorce de la face inférieure considérablement hypertrophiés subissent les mêmes modifications que l'épiderme et l'écorce de la tige et du pétiole. Le péricycle est transformé en parenchyme nutritif. Le liber et le bois sont remarquables par le grand développement des rayons médullaires qui peuvent agrandir et multiplier leurs cellules.

A la face supérieure, aux lieu et place de la région médullaire et du faisceau collenchymateux, se développe un tissu de parenchyme à parois minces et à grandes cellules, semblable au parenchyme cortical.

Dans le limbe, le tissu lacuneux qui est l'homologue de l'écorce, subit la même transformation que celle-ci et se met en continuité avec l'écorce de la face inférieure de la nervure médiane. Le tissu en palissade, quoique modifié assez fortement, conserve quelque chose de sa forme primitive : ses cellules s'allongent beaucoup, tout en restant très étroites ; elles peuvent aussi former plusieurs rangées superposées, qui vont s'accoler au tissu développé à la face supérieure de la nervure médiane et qui remplace le collenchyme normal. Il y a toujours une transition brusque entre la forme et la disposition des cellules de ces deux tissus, ce qui permet, lors même de la transformation profonde sous l'action du parasite, de les distinguer l'un de l'autre.

En résumé, le limbe montre, toutes proportions gardées, les mêmes transformations que le pétiole et la tige dans les portions homologues. Seul, le parenchyme palissadique, tout en se modifiant dans une certaine mesure, se montre plus réfractaire aux transformations profondes et reste toujours reconnaissable.

4° — Cécidies du Fruit.

Le *Rœstelia lacerata* attaque aussi les jeunes fruits d'Aubépine ; mais ce cas est beaucoup plus rare que les précédents, je n'ai guère trouvé que deux fruits ainsi attaqués. La figure 50 montre les modifications que le parasite fait subir à la morphologie externe de son hôte. Le pédoncule floral prend aussi part à la formation de la cécidie, dans le cas présent, et contribue à en augmenter le volume.

Les nombreuses coupes en série que j'ai pratiquées dans cette cécidie ne m'ont pas montré qu'elle différât profondément ses précédentes.

Dans la région pédonculaire, la cécidie est identique comme structure à la cécidie caulinaire, ce qui est d'ailleurs à prévoir, le pédoncule présentant en réduction la structure d'une jeune tige ; tout au plus peut-on noter que l'allongement des cellules de l'écorce dans le sens radial est beaucoup moins accentué que dans la tige. Ce fait tient sans doute à ce que l'hypertrophie est moins forte dans la région pédonculaire de la cécidie que dans les cécidies caulinaires étudiées plus haut.

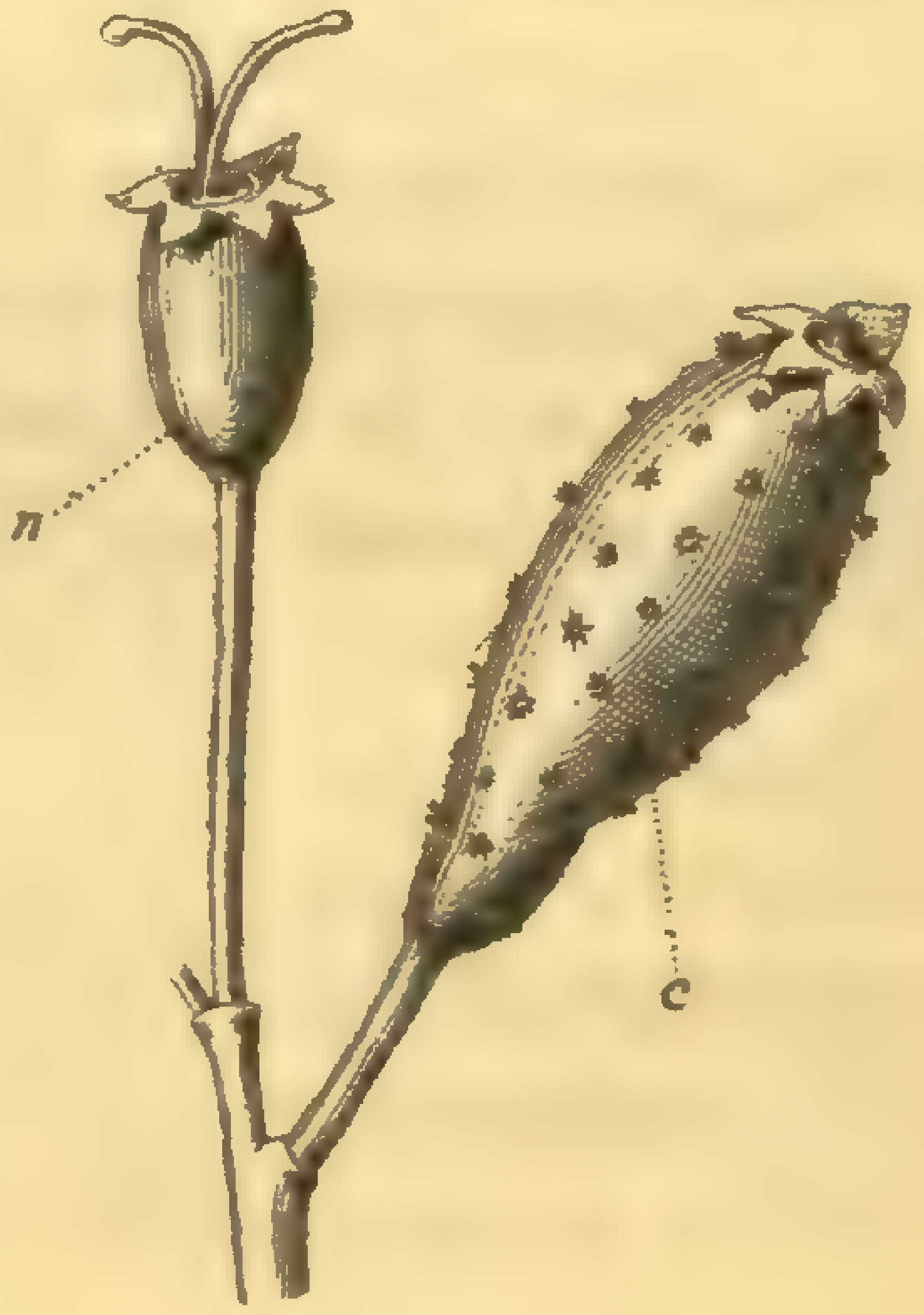


Fig. 50. — Deux fruits du *Cratægus Oxyacantha*, l'un cécidié, *c*; l'autre indemne, *n*.

Dans le fruit même la structure de la cécidie ne diffère pas essentiellement de celle du fruit normal, au moins avant sa maturation complète. C'est qu'en effet, la majeure partie du fruit est formée de parenchyme à réserves. Le Champignon n'a point ici à produire de modifications profondes, puisque son action a précisément pour effet de créer au point attaqué des magasins nutritifs.

Ici, le terrain est tout préparé pour le recevoir et il n'a qu'à s'installer. Il est même étonnant que l'attaque des fruits ne soit pas plus fréquente. La seule raison que je trouve de cette rareté est celle-ci : c'est que les fleurs s'épanouissent quelque temps après que les téleutospores ont émis leur sporidies. Ces dernières alors, ou bien ont germé sur d'autres organes, ou bien ont perdu leur pouvoir germinatif. Il resterait bien les écidiolispores pour transmettre la maladie aux fruits. Mais leur rôle est encore à démontrer.

Quoi qu'il en soit, le parenchyme général du fruit, sous l'action du *Ræstelia*, multiplie beaucoup ses cellules en les agrandissant, ce qui donne plus de volume à la cécidie, mais la forme des éléments ne change pas et reste toujours plus ou moins sphérique.

Les nombreux faisceaux qui traversent le fruit de bas en haut sont un peu plus volumineux dans la cécidie, mais leur nombre et leur disposition restent les mêmes. Leur accroissement en volume est dû aussi bien à l'agrandissement qu'à la multiplication des éléments conjonctifs réunissant les éléments conducteurs.

Au centre de la cécidie comme au centre du fruit normal, se trouve une cavité, mais aucune graine ne s'y développe. Le fruit est stérile. Cette stérilité est peut-être un effet direct de l'action du Champignon, celui-ci ayant capté toute la nourriture destinée aux jeunes graines. Peut-être aussi n'y avait-il pas eu fécondation, et alors serait intervenu le phénomène de la *castration parasitaire.* Je ne pourrais résoudre la question, n'ayant pas eu l'occasion de suivre le développement.

II

CÉCIDIES DU *RŒSTELIA CORNUTA*

J'ai rencontré fréquemment cette cécidie sur le *Sorbus Aucuparia* sur la lisière de la Forêt de Reims, au-dessus de Rilly et de Chigny, puis plus loin, à Verzy. Son abondance en ces endroits fait présumer que le *Ræstelia cornuta* est fréquent sur toute la bordure de la Montagne de Reims. Les Genévriers d'ailleurs, comme je l'ai dit plus haut, sont abondants dans la même région et on observe souvent les téleutospores, c'est-à-dire le *Gymnosporangium juniperinum* sur ces Genévriers.

Les cécidies si fréquentes que j'ai trouvées étaient toutes foliaires. Leur comparaison avec celles des feuilles du *Cratægus*, produites par le *R. lacerata*, sera donc seule permise et n'en produira pas moins pour cela des résultats intéressants.

Le *Rœstelia* attaque les folioles ordinairement au niveau de la nervure médiane, à différentes hauteurs, plus rarement au niveau des nervures secondaires.

La nervure médiane à l'état normal présente la structure suivante. L'épiderme de la face inférieure a des parois fortement cutinisées à cellules régulières et petites. Viennent ensuite deux assises collenchymateuses à cellules rondes, à parois médiocrement et régulièrement épaissies sur tout le pourtour, puis quatre à cinq assises de cellules corticales proprement dites, de tailles diverses avec quelques méats.

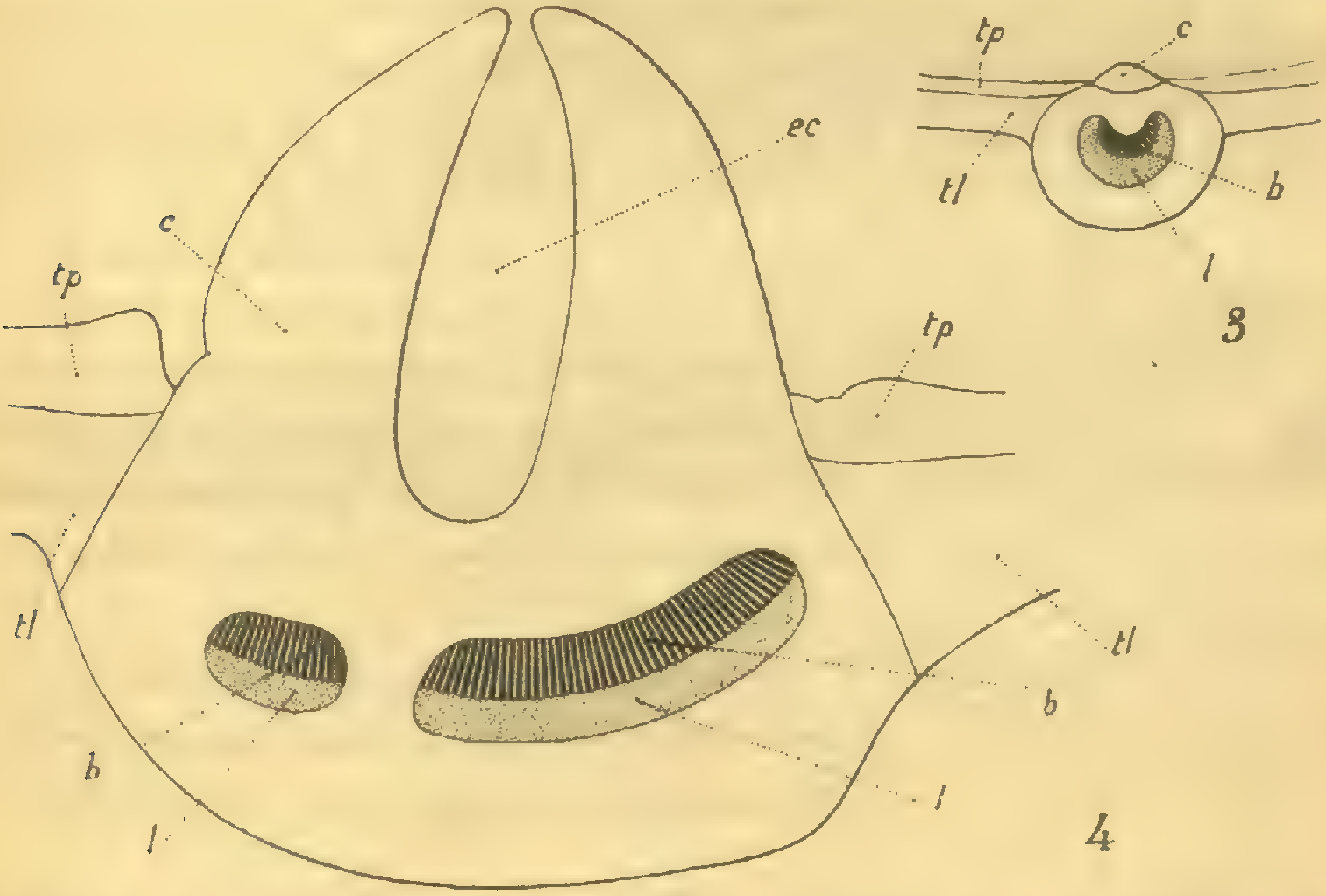


Fig. 51 et 52. — (3) Coupe transversale schématique du limbe du *Sorbus Aucuparia* au niveau de la nervure médiane de la foliole : *c*, collenchyme ; *tp*, tissu en palissade; *tl*, tissu lacuneux ; *l*, liber ; *b*, bois. — (4) Coupe transversale du limbe attaqué (schématique) : *ec*, loge d'une écidie ; *c*, tissu parenchymateux remplaçant le collenchyme; *tp*, tissu en palissade ; *tl*, tissu lacuneux ; *l*, liber ; *b*, bois.

Le faisceau, sur une coupe transversale, montre la forme d'un éventail. Il est muni sur sa face inférieure d'un arc péricyclique scléreux bien développé, mais les cellules ont des parois peu épaissies, quoique lignifiées; leur cavité reste par ce fait assez considérable. Le liber forme un arc interrompu, de distance en distance, par les grandes cellules des rayons médullaires. Tous les éléments du bois, y compris le parenchyme sont entièrement lignifiés.

L'arc médullaire formant la portion supérieure du faisceau est aussi complètement lignifié et ses cellules ont des parois assez épaissies. Au-dessus du faisceau se développe une masse collenchymateuse assez peu développée ; les parois des cellules y sont bien et régulièrement épaissies. Enfin l'épiderme supérieur est nettement cutinisé.

De chaque côté de la nervure s'insère le limbe. Sous l'épiderme supérieur, dont les éléments sont très grands, et moins bien cutinisés, se trouvent deux assises en palissade. Le tissu lacuneux est bien développé et présente de grandes lacunes (Pl. 4, fig. 7).

La Cécidie, au niveau de la nervure médiane, montre un épiderme qui a subi les mêmes modifications que dans les *Cratægus*. En place du collenchyme on constate une assise de cellules à parois tout-à-fait minces, à peu prés isodiamétriques. L'écorce est formée de nombreuses cellules, allongées radialement, à parois également minces, dont l'ensemble présente la plus grande ressemblance avec le tissu cortical des cécidies du *Cratægus*.

Le péricycle a aussi évolué en tissu parenchymateux, et c'est entre ses cellules que se rencontrent le plus abondamment les filaments mycéliens : ici encore se trouve le séjour de prédilection du parasite.

Le liber, peu développé, est fort attaqué par le Champignon, et il montre presque autant de filaments de mycélium que le péricycle.

Dans le bois, les vaisseaux seuls sont lignifiés, tout le parenchyme se développe fortement en larges rayons médullaires.

Le tissu médullaire est lui-même modifié comme le péricycle ; cependant il peut rester quelques cellules qui ont résisté aux attaques du Champignon et qui évoluent alors comme le font les cellules de la même région à l'état normal, c'est-à-dire qu'elles épaississent et lignifient assez fortement leurs parois.

Dans les portions de la cécidie qui correspondent au limbe hypertrophié (Pl. 4, fig. 8), le tissu en palissade semble le moins modifié de tous les tissus. Cependant ses cellules s'allongent et peuvent se cloisonner transversalement. Quant au tissu lacuneux qui n'est autre qu'une modification de l'écorce, on le voit évoluer dans la cécidie en un tissu tout à fait semblable à l'écorce hypertrophiée.

On voit par cette rapide comparaison que la cécidie foliaire du *Rœstelia cornuta* est en tout semblable à celle du *R. lacerata* sur le *Cratægus*, sauf sur ce point que le mycélium parasite semble un peu moins bien condensé dans le péricycle.

Cette identité entre les deux cécidies foliaires permet de supposer que les cécidies pétiolaires et caulinaires, quand elles se produisent ont aussi la même structure.

Je n'ai pu vérifier cet *a priori* que sur une cécidie pétiolaire d'un *Sorbus Aucuparia* de Norwège, que je dois à l'obligeance de M. le Dr Fockeu. L'hypertrophie était localisée sur la face inférieure ; l'écorce et le péricycle la constituaient presque à eux seuls. Le faisceau médian était, il est vrai, un peu plus volumineux que dans le pétiole normal, mais sa structure générale paraissait peu modifiée. Dans certaines portions latérales même, l'arc péricyclique ne présentait aucune des modifications ordinaires en pareil cas. Ce même faisceau médian présentait toutefois une modification assez intéressante : il était divisé en trois portions inégales par deux traînées parenchymateuses assez larges (probablement des rayons médullaires élargis anormalement). Ce phénomène se retrouve d'ailleurs dans la cécidie de la nervure médiane du *Sorbus Aucuparia*.

III

CÉCIDIES DU *RŒSTELIA PENICILLATA*

J'ai étudié la structure de ces cécidies sur des feuilles de *Pirus communis* cultivé dans le jardin du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Comme celles du *R. lacerata*, elles sont surtout saillantes sur la face inférieure ; à la face supérieure, il y a une dépression, portant de nombreuses spermogonies.

Il y a, avec les cécidies précédentes, quelques différences de détail que je ne fais que citer en passant : le tissu en palissade peut rester à peu près intact, même au niveau de la tache à spermogonies, tout au plus est-il légèrement hypertrophié; les nervures nombreuses (l'attaque se produisant souvent au niveau du limbe), qui traversent la plage cécidiée ne paraissent pas non plus fortement modifiées ; elles conservent même presque intacte leur ceinture scléreuse.

La masse de la cécidie paraît formée dans la majeure partie des cas par le tissu lacuneux qui subit ici les modifications habituelles en pareil cas, et que j'ai déjà décrites.

Ces cécidies rentrent donc facilement dans la même catégorie que les précédentes.

CONCLUSIONS

De ces recherches sur la structure des cécidies produites par diverse *Ræstelia* sur des arbres Rosacés, on peut tirer les conclusions suivantes.

1° Des cécidies produites par un même Champignon parasite (*R. lacerata*), sur divers membres (tiges, pétioles, feuilles, fruit), d'une même plante (*Cratægus Oxyacantha*), ont une structure analogue, le Champignon agissant de même sur les organes et les tissus homologues.

2° Des cécidies produites par divers Champignons du même genre, et menant le même genre de vie (les divers *Ræstelia* étudiés), sur des plantes appartenant à la même famille (Arbres rosacés), ont une structure analogue, sauf des différences de détail peu importantes.

3° L'attaque du Champignon se traduit dans presque tous les tissus par un arrêt dans la différenciation des éléments, arrêt qui fait que ces éléments sont presque toujours restés voisins de l'état embryonnaire.

C'est ainsi que les tissus protecteurs ou bien sont mal développés (cuticule et épiderme), ou bien ne le sont pas du tout (liège et phelloderme). Ceci concorde avec l'existence éphémère de la cécidie, destinée à disparaître rapidement après la sporose.

Les tissus conducteurs ascendant et descendant (bois et liber) sont proportionnellement un peu plus développés (comme abondance d'éléments) dans la cécidie que dans l'organe normal, mais les éléments (vaisseaux et tubes criblés) sont moins bien différenciés et mal formés, et quelques-uns même arrêtés dans leur développement.

Les tissus de soutien (collenchyme, sclérenchyme péricyclique, parenchyme ligneux, cellules lignifiées de la moelle) sont transformés en parenchymes nutritif et à réserves.

Les tissus purement parenchymateux deviennent aussi des magasins à réserves considérablement hypertrophiés.

4° La majeure partie de l'hypertrophie est attribuable à l'écorce et aux tissus homologues (tissu lacuneux de la feuille).

5° La formation d'éléments secondaires a lieu au moins dans le méristème libéro-ligneux, mais elle a peu d'importance, et c'est plutôt à l'agrandissement des cellules hypertrophiées qu'à leur cloisonnement qu'est due la grande taille de la cécidie.

6° Le mycélium parasite circule dans les espaces intercellulaires préformés, mais peut aussi dédoubler des cloisons pour se faire un passage.

7° Le mycélium est surtout abondant dans le péricycle et le liber : les loges des écidies sont localisées dans l'écorce. Les éléments où le mycélium envoie le plus de suçoirs sont les éléments conducteurs libériens.

On ne peut s'empêcher d'être frappé, lorsqu'on étudie la structure de telles cécidies, de la ressemblance qu'elles présentent avec bon nombre de tubercules. Ceux-ci, d'ailleurs, ne sont autres que des lieux d'emmagasinement de réserves, comme la cécidie elle-même. Il n'y a rien d'étonnant à ce que deux organes ayant des fonctions analogues se ressemblent anatomiquement, bien que la raison d'être de leur existence ne soit pas la même, et c'est le cas de faire remarquer une fois de plus l'unité dans la manière de procéder de la nature dans des circonstances diverses (1).

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire d'histoire naturelle de l'École de Médecine et de Pharmacie de Reims.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 3.

Fig. 1. — *Cratægus Oxyacantha* normal; *e*, épiderme de la tige, avec épaississements internes et cloisonnements marquant le début de l'assise subéro-phellodermique; *c*, collenchyme.

Fig. 2. — *C. Oxyacantha*, attaqué par le *Rœstelia lacerata*; *e*, épiderme de la tige; *c*, collenchyme.

Fig. 3. — Suite de la figure 2; *e*, cellules les plus internes de l'écorce; *p*, péricycle; *l*, liber; *r*, cellules des rayons médullaires.

Fig. 4. — Suite de la figure 1; *e*, écorce; *p*, fibres péricycliques; *l*, liber; *r*, rayons médullaires. A comparer avec la fig. 3.

Fig. 5. — Suite des figures 1 et 4; *v*, vaisseaux secondaires; *f*, fibres ligneuses; *bp*, bois primaire; *m*, moelle.

Fig. 6. — Suite des figures 2 et 3; *b*, bois secondaire (vaisseaux); *f*, parenchyme ligneux; *bp*, bois primaire. A comparer avec la fig. 5..

PLANCHE 4.

Fig. 7. — *Sorbus Aucuparia*; coupe de la feuille normale au voisinage de la nervure médiane; *e*, épiderme supérieur; *e'*, épiderme inférieur; *tp*, tissu en palissade; *tl*, tissu lacuneux; *c*, collenchyme.

Fig 8. — La même, mais dans une feuille attaquée, au niveau de la cécidie; *e*, épiderme supérieur; *e'* épiderme inférieur; *tp*, tissu en palissade; *tl*, tissu lacuneux; *c*, collenchyme.

Fig. 9. — *Cratægus Oxyacantha*; coupe tangentielle dans la région du liber de la cécidie caulinaire; *l*, *l*, tubes criblés; *p*, parenchyme libérien.

Fig. 10. — La même dans la région libérienne d'une tige normale; *l*, tube criblé; *r*, rayons médullaires.

Fig. 11. — *Cratægus Oxyacantha*; coupe tangentielle dans la région du bois dans une tige normale; *v*, vaisseau ponctué; *f*, fibre ligneuse; *r*, rayon médullaire.

Fig. 12. — La même dans la région ligneuse d'une cécidie caulinaire; *v*, *v*, vaisseaux; *v' v'* vaisseaux arrêtés dans leur différenciation; *r*, *r*, rayon médullaire.

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX

SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par Ch. **DASSONVILLE** *(Suite)*

DEUXIÈME PARTIE

EXPÉRIENCES EN PLEINE TERRE

Première série : Méthode indirecte.

(Voir *Revue générale de Botanique*, Tome VIII, 1896, p. 332 à 335).

Deuxième série : Action des sels suivant leurs doses. (Méthode directe).

Le 15 mai 1896, j'ai semé en lignes, dans des carrés de terrain ayant chacun 1 mètre de côté, des graines de Sarrasin (poids égaux dans chaque carré.) J'ai semé aussi du Chanvre. Je m'étais donné comme but de comparer, sur chaque récolte, les effets de divers sels que j'introduisais dans le sol à des doses différentes.

Quatre carrés sont affectés à l'étude de chaque sel : je dissous 50 grammes du sel dans de l'eau, puis, j'arrose le premier carré avec 1/15 de la solution, le second avec 2/15, le troisième avec 4/15, le quatrième avec 8/15 ; les poids du sel mis dans les carrés varient donc comme 1. 2. 4. 8 et ont respectivement pour valeur absolue 3 gr. 333 — 6 gr. 666 — 13 gr. 332 — 26 gr. 664.

Les semis sont faits après ces arrosages.

Les sels dont j'ai étudié les effets sont les suivants :

Chlorure de sodium, chlorure de potassium ;
Azotate de soude, azotate de potasse, azotate d'ammoniaque ;
Sulfate de magnésie, sulfate de chaux ;
Phosphate de potasse, phosphate de peroxyde de fer ;
Oxalate de potasse.

Quatre carrés servant de témoins n'ont rien reçu.

ACTION SUR LA GERMINATION.

Le chlorure de potassium à la dose de 13 gr. 332 (carré n° 3) a montré, dès le début, une action très favorable à la germination des graines du Sarrasin.

Le 1er juin, en effet, les plantes présentent, dans ce carré, des axes hypocotylés de 5 centimètres de longueur, avec des cotylédons parfaitement étalés, alors que, dans les autres carrés, pas une plante n'est encore sortie de terre.

Le Chanvre a germé très tard, en présence de l'oxalate de potasse.

Je n'ai pas noté d'effet appréciable sur la précocité de la germination dans les autres cultures.

Le poids des graines semées ayant été le même dans chaque carré, il semble que l'on puisse apprécier l'effet des divers sels sur la germination par le nombre des plantes qui ont été récoltées. Mais, les causes nombreuses qui peuvent nuire au développement du végétal au début de la germination, la qualité variable de la semence ne nous permettent pas d'attacher au nombre de plantes récoltées rapporté à celui des grains semés un caractère suffisamment précis.

Toutefois, lorsqu'en présence d'un sel, dans toute une série de cultures, le nombre des plantes qui se sont développées est très faible, on est en droit de penser que ce sel a exercé une influence nuisible à la germination.

C'est le cas de l'oxalate de potasse dans les expériences sur le Chanvre (voir plus loin Tableau B) ; cette constatation confirme d'ailleurs le retard que j'ai observé dans l'apparition des plantules.

On peut donc conclure : *Le chlorure de potassium, à la dose de 13 gr. 332 par mètre carré de terrain, favorise la germination du Sarrasin ; l'oxalate de potasse nuit à la germination du Chanvre.*

APPRÉCIATION DES RÉCOLTES.

L'aspect extérieur des récoltes permet de se faire une première idée approximative sur l'influence d'un sel. Le résultat ainsi obtenu est assurément peu précis. On arriverait à une conclusion plus exacte en pesant toutes les récoltes à l'état vert. Mais ici, une cause d'erreur importante intervient : il est pratiquement impossible de séparer complètement, à l'état frais, les racines de la terre qui les entoure.

D'ailleurs, les végétaux contiennent une grande quantité d'eau. Les plantes qui, par leur aspect extérieur, paraissent les mieux développées, dont le poids frais serait le plus considérable, ne sont pas nécessairement celles qui, dans le cours de leur végétation, se sont assimilé le plus de substances diverses, carbone, azote, sels minéraux, etc.

Ce qui mesure avec le plus d'exactitude le *développement réel* du végétal, la quantité de substances qu'il a fabriquées, c'est le *poids sec* de la récolte.

La comparaison des résultats obtenus par ces deux méthodes renseigne sur la quantité d'eau que contient une récolte.

C'est souvent à cette quantité d'eau qu'est due l'exubérance de la végétation de certaines cultures, tandis que d'autres cultures d'un aspect moins beau fournissent des récoltes ayant un poids sec plus considérable, par conséquent plus belles en réalité.

I. — SARRASIN.

1° Aspect extérieur des récoltes.

Pour donner une idée de la marche du développement, j'examinerai les cultures à deux époques différentes, au 17 juin et au 21 juillet 1896. A cette dernière date, toutes les plantes étaient en fleurs.

I. CHLORURES.

A. *Chlorure de sodium. 17 juin.* Les tiges les mieux développées n'ont pas plus de 6 centimètres. Les entre-nœuds sont courts, les feuilles petites (1 cent. 1/2). C'est dans le carré n° 1 (dose 3 gr. 333) que les plantes sont le moins atrophiées.

21 juillet. Dans les divers carrés, le développement est en raison inverse de la quantité de chlorure de sodium ajoutée au sol. En outre, on constate aisément que ces quatre carrés fournissent des récoltes incomparablement plus pauvres que ceux où il y a d'autres sels et même que ceux où l'on n'a ajouté aucun sel.

En résumé, *le chlorure de sodium nuit à la végétation du Sarrasin. Son action nocive est proportionnelle à son poids.*

B. *Chlorure de potassium.* 17 juin. La dose 13 gr. 332 (carré n° 3) se montre très nettement optima dans la culture : les organes aériens ont 14 à 15 centimètres de longueur. Les tiges sont, en général, garnies de cinq feuilles, dont les plus grandes dépassent 4 centimètres ; presque toutes ont des fleurs.

A la dose de 6 gr. 666, la hauteur maxima est de 9 centimètres. Les tiges les mieux garnies ont deux feuilles aussi larges que dans le carré précédent, mais sensiblement plus courtes.

Le développement est encore moindre à la dose 3 gr. 333 de sel.

Avec la plus grande quantité du chlorure employée, 26 gr. 664 (carré n° 4), les plantes sont moins développées qu'avec la dose la plus faible. Les feuilles, au nombre de deux seulement par individu, ne dépassent pas 2 centimètres. Elles sont jaunes ; leurs nervures, colorées en rouge intense, tranchent violemment sur le limbe.

21 juillet. L'optimum n'est plus à la dose 13 gr. 332, il est à la dose 6 gr. 666 (carré n° 2) et l'ordre suivant lequel la végétation décroît est représenté par les proportions respectives 2. 1. 4. 8 de chlorure, c'est-à-dire dans les carrés n° 2, n° 1, n° 3, n° 4.

Ces quatre cultures sont moins chétives que celles obtenues avec le chlorure de sodium, mais elles sont inférieures à presque toutes les suivantes (1).

On peut conclure : *Pendant les premiers temps de la végétation, les organes aériens du Sarrasin croissent avec les proportions plus grandes de chlorure de potassium : cet effet s'arrête à une certaine dose qui est optima, au-delà de laquelle le sel est nuisible à la plante. A l'époque de la floraison, la dose optima du début est manifestement nuisible et le maximum de développement s'observe à une dose moins concentrée.*

---

(1) A l'époque de la floraison, les ramifications de la plante, le nombre et les dimensions des feuilles sont trop variables pour qu'il soit possible de donner des valeurs numériques sur la taille de la tige et des feuilles des diverses plantes.

II. Azotates.

A. *Azotate de soude. 17 juin.* Développement peu avancé. Les cotylédons seuls sont étalés ; les axes hypocotylés, rudimentaires. La hauteur maxima est de 4 centimètres. Dans le carré n° 4, les plantes sont tout à fait rabougries.

21 juillet. Les organes feuillés sont très petits. Ce sont les plus petits, après ceux de la culture en chlorure de sodium ; mais les feuilles sont arrondies au lieu d'être acuminées comme dans les cultures précédentes et elles ont une coloration vert foncé.

En somme, l'*azotate de soude est manifestement nuisible à la végétation du Sarrasin ; ce sel donne aux feuilles une teinte verte particulière.*

B. *Azotate de potasse. 17 juin.* En présence de ce sel, les plantes ont des dimensions plus grandes que dans toutes les autres cultures. Les individus atteignent une hauteur qui dépasse 18 centimètres. Les entre-nœuds sont longs et gros. Les feuilles sont aussi larges que longues (4 centimètres). Elles ont une coloration vert foncé, analogue à celle de la culture dans l'azotate de soude.

Le développement est un peu plus grand aux doses faibles (carrés 1 et 2) qu'aux doses plus fortes.

21 juillet. Culture superbe, très supérieure à toutes les autres. Les feuilles sont larges et vert foncé. Pas d'optimum appréciable.

En résumé, l'*azotate de potasse est très favorable au développement du Sarrasin. Les doses faibles de ce sel semblent les plus actives au début, mais (dans les conditions de l'expérience) le degré de concentration n'a aucune influence sur le résultat final. Ce sel donne aux feuilles une teinte verte particulière.*

C. *Azotate d'ammoniaque. 17 juin.* Les Sarrasins sont moins développés qu'en présence de l'azotate de potasse ; mais ils sont incomparablement plus hauts qu'avec l'azotate de soude, excepté pourtant dans le carré n° 4, où la tige n'atteint pas 3 centimètres ; c'est-à-dire, qu'à cette période, une dose très concentrée est nuisible.

Dans les carrés n° 1 et n° 2, les organes feuillés ont 7 centimètres. Dans le carré n° 3, la tige mesure 12 centimètres ; elle est garnie de feuilles nettement acuminées, de 3 cent. 1/2. Il y a donc optimum, à cette époque, pour la dose 13 gr. 332.

21 juillet. L'optimum persiste dans le carré n° 3 et la cultures et très belle, bien que notablement inférieure à celle du nitrate de potasse. A la dose maxima, les plantes qui, le mois précédent, avaient semblé souffrir d'un excès de sel, ont pris d'assez grandes dimensions, bien que celles-ci soient sensiblement moindres que dans le carré n° 3.

Aux doses faibles, les plantes sont moins développées.

Il est à noter, enfin, que les feuilles ont pris la même coloration vert foncé et la même forme arrondie que dans les sols arrosés de nitrate de soude et de nitrate de potasse ; ce qui semble indiquer que les caractères que j'ai constatés en présence des nitrates, doivent être attribués à l'acide azotique.

En résumé, *le nitrate d'ammoniaque favorise le développement du Sarrasin, mais à un degré moindre que l'azotate de potasse. Une dose très forte se montre, dès le début, préjudiciable. Il existe un degré de concentration optimum (13 gr. 332 dans nos recherches) pour toute la durée de la végétation.*

Il convient d'ajouter, à titre de conclusion générale : *L'acide des nitrates donne aux feuilles du Sarrasin une couleur verte très foncée.*

III. Sulfates :

A. *Sulfate de Magnésie. 27 juin.* Les cotylédons seuls sont étalés. A la dose minima, les axes hypocotylés n'ont pas plus de 4 centim. Ils sont progressivement plus grands dans les terrains plus chargés de sels ; à la dose maxima, ils atteignent 7 centimètres.

21 juillet. Les cultures sont assez bien développées. La plus belle culture est celle du carré n° 2.

En résumé, *pendant la première période de la végétation, les effets sont proportionnels aux doses de sulfate de magnésie* ; *vers l'époque de la floraison, les doses fortes ne se sont pas montrées avantageuses. Il y a eu un optimum pour la dose de 6 gr. 666.*

B. *Sulfate de Chaux. 17 juin.* La dose la plus concentrée donne de belles plantes qui, par leur taille, peuvent être classées après les plantes de l'azotate de potasse. Même aux doses plus faibles, ces plantes se sont toujours montrées supérieures à celles des cultures témoins qui n'avaient reçu aucun sel.

21 juillet. Par l'aspect général de la récolte à cette époque, le sulfate de chaux se classe à côté du sulfate de magnésie ; mais ici, les plantes sont d'autant plus belles que le sol contient plus de sulfate de chaux.

En résumé, *le sulfate de chaux est favorable au développement du Sarrasin. Son action est proportionnelle à la dose* (dans les limites où ce sel a été employé).

IV. Phosphates :

A. *Phosphate de potasse. 17 juin.* La végétation est luxuriante, surtout dans les carrés les plus chargés de sels, où les tiges mesurent 9 centim. et portent de larges feuilles.

21 juillet. La culture se classe après celle des nitrates de potasse et d'ammoniaque, avec optimum aux deux doses les plus faibles.

En résumé, *le phosphate de potasse est très favorable au Sarrasin, surtout à faible dose.*

B. *Phosphate de peroxyde de fer. 17 juin.* Les plantes sont hautes, mais grêles. Les tiges ont 12 centimètres de longueur, mais les feuilles sont très petites et jaunâtres. Il y a optimum dans le carré n° 3.

21 juillet. Le développement est à peu près analogue à celui du phosphate de potasse; mais, ici, ce sont les doses les plus fortes qui produisent les meilleurs effets.

Je dois noter que les feuilles sont restées jaunâtres pendant toute la durée de la végétation.

En résumé, *le phosphate de peroxyde de fer favorise le développement du Sarrasin ; mais aux doses concentrées il altère la couleur verte des feuilles.*

V. Oxalates :

Oxalate de potasse. 17 juin. Le développement est très irrégulier, et, en général, les plantes sont chétives. Certaines d'entre elles ont une tige feuillée qui atteint 10 centimètres; mais beaucoup n'ont étalé que leurs cotylédons et leur axe hypocotylé ne dépasse pas 3 centimètres.

21 juillet. La culture est uniforme, avec un léger avantage en faveur de la dose la plus faible. L'ensemble est comparable aux cultures en présence des sulfates. Mais un fait particulier que l'on constate, c'est que les fleurs ont souffert et paraissent comme grillées.

En résumé, *l'oxalate de potasse s'est montré, dès le début, préjudiciable à un grand nombre de plantes ; cette action nuisible ne s'est pas maintenue et l'emploi du sel a donné une récolte assez avantageuse. Toutefois les fleurs ont paru souffrir.*

VI. CULTURES TÉMOINS :

17 juin. Dans les cultures où il n'avait pas été ajouté de matière minérale, le développement, à cette époque, était moyen. Les éléments du sol ont suffi à donner des plantes mieux développées que dans les cultures arrosées de chlorure de sodium, d'azotate de soude, de sulfate de magnésie ou d'oxalate de potasse.

Le *21 juillet*, la culture témoin n'était plus supérieure qu'à celles de l'azotate de soude et du chlorure de sodium.

Classement des sels d'après la récolte qu'ils ont fournie.

L'ordre décroissant suivant lequel on pouvait ranger les récoltes d'après leur développement moyen, à l'époque de la floraison, est le suivant :

Azotate de potasse.
Azotate d'ammoniaque.
Phosphate de potasse.
Sulfate de chaux. Sulfate de magnésie. Oxalate de potasse.
Phosphate de peroxyde de fer.
Chlorure de potassium.

Culture témoin.

Azotate de soude.
Chlorure de sodium.

CONCLUSION. — L'action des sels *sur la forme et les dimensions* des plantes, d'après ce qui vient d'être dit, peut être résumée ainsi :

Chez le Sarrasin, l'azotate de soude et le chlorure de sodium sont nuisibles, en tout temps, à la culture.

Le chlorure de potassium se montre favorable à faible dose, nuisible à dose concentrée.

L'azotate de potasse, l'azotate d'ammoniaque, le phosphate de potasse, le sulfate de chaux et le phosphate de fer sont des sels fertilisants pendant toute la durée de la végétation. (Cette énumération les classe dans l'ordre de leur utilité décroissante).

Le sulfate de magnésie et l'oxalate de potasse retardent le développement, au début. Plus tard, ils exercent une action favorable qui les classe près du sulfate de chaux.

L'acide nitrique des azotates donne aux feuilles une coloration vert foncé, caractéristique.

2° Poids sec.

Le nombre des plantes qui se sont développées a été parfois très différent, suivant les carrés. Aussi, pour comparer l'effet des diverses doses d'un même sel ne doit-on pas considérer le poids brut de ce sel mis dans le sol, mais le poids moyen que chaque pied a eu à sa disposition. Il peut arriver en effet que, dans un sol pauvre en sel, le nombre des graines ayant germé soit très faible ; et alors, chaque pied développé a pu utiliser plus de substance minérale que ceux du carré voisin dans lequel le poids de sel mis dans le sol était plus considérable mais où il y a eu beaucoup plus de plantes à se partager ce poids.

Dès lors, il m'a semblé préférable d'établir le rapport qui existe entre le poids sec de chaque plante et la quantité de sel qui lui a été fourni, que de rechercher la relation entre ce poids et le degré de concentration du sol.

Pour le Sarrasin, la distinction n'a pas d'importance, parce que, dans chaque culture, les plantes ont pu prendre une dose proportionnelle au degré de salure du terrain (Tableau A) ; mais il n'en est pas de même pour le Chanvre, ainsi qu'on le verra plus loin (Tableau B).

Le poids sec a été déterminé sur les plantes entières, les racines soigneusement débarrassées de la terre restée adhérente. Après un séchage de plusieurs mois à l'air libre, les plantes ont été coupées en petits morceaux, puis séchées à l'étuve. Quand, après plusieurs jours, le degré de siccité était devenu suffisant, les échantillons étaient réduits en poudre, puis pesés. On les reportait à l'étuve et on les y maintenait jusqu'à ce que leur poids demeurât invariable.

Les résultats sont consignés dans le tableau A (voir pages 298 et 299). Les sels sont classés suivant l'ordre d'après lequel ils se sont montrés favorables à la végétation.

De l'examen de ce tableau, il ressort qu'en présence de certains

Tableau A. — SARRASIN

NATURE DES SELS	Numéros des carrés	Nombre des plantes	Quantité de sel par plante	POIDS SEC total par récolte	POIDS SEC par pied	POIDS SEC moyen par culture
			Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Azotate d'ammoniaque . .	1	124	0.0235	162	1.467	1.841
	2	134	0.044	205.5	1.526	
	3	138	0.086	276.5	2.003	
	4	119	0.1995	282	2.369	
				926.0		
Azotate de potasse	1	189	0.0145	248.5	1.310	1.283
	2	167	0.0355	191	1.143	
	3	216	0.05	270	1.250	
	4	100	0.2376	144	1.440	
				853.5		
Sulfate de magnésie . . .	1	178	0.0154	218	1.2303	1.266
	2	121	0.049	201	1.636	
	3	148	0.0802	141	0.952	
	4	149	0.159	274	1.839	
				834		
Sulfate de chaux.	1	181	0.0151	251	1.386	1.222
	2	140	0.042	117.5	0.839	
	3	133	0.089	123	0.924	
	4	118	0.258	205.5	1.741	
				697.0		
Oxalate de potasse	1	201	0.01035	194	0.965	1.205
	2	103	0.0575	140	1.359	
	3	96	0.102	112	1.166	
	4	104	0.2315	138.5	1.331	
				584.5		
Phosphate de potasse. . .	1	158	0.017	152	0.962	0.830
	2	128	0.046	138.5	1.089	
	3	172	0.069	125.5	0.729	
	4	124	0.191	82	0.661	
				493.0		

NATURE DES SELS	Numéros des carrés	Nombre des plantes	Quantité de sel par plante	POIDS SEC		
				total par récolte	par pied	moyen par culture
			Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Phosphate de fer.	1	137	0.020	114	0.833	0.826
	2	145	0.0405	109	0.751	
	3	134	0.088	126.5	0.944	
	4	121	0.196	118	0.975	
				467.5		
Absence de sels	1	83	o	62.5	0.753	0.736.5
	2	93	o	67	0.720	
Azotate de soude.	1	187	0.0195	163	0.871	0.731
	2	176	0.0335	123	0.698	
	3	124	0.095	95.5	0.770	
	4	36	0.066	21	0.585	
				402.5		
Chlorure de potassium . .	1	146	0.0185	99.5	0.682	0.568
	2	99	0.06	59.5	0.682	
	3	148	0.084	72.2	0.487	
	4	111	0.214	55.5	0.500	
				286.7		
Chlorure de sodium . . .	1	74	0 037	43	0 608	0.394
	2	54	0.110	16.5	0 305	
	3	61	0.1945	19	0.311	
	4	71	0.3345	25	0.352	
				103.5		

sels (*Azotate d'ammoniaque, azotate de potasse, sulfate de magnésie, sulfate de chaux, oxalate de potasse, phosphate de potasse, phosphate de fer*), le poids moyen de la substance sèche de chaque plante est plus grand qu'en l'absence de tout sel ; c'est-à-dire que ces sels sont fertilisants.

Au contraire, on voit que dans les sols arrosés avec de l'*azotate de soude*, du *chlorure de potassium* ou du *chlorure de sodium*, le poids moyen a été plus faible que dans le sol naturel, d'où il suit que ces sels ont une action nuisible.

Seule, la détermination du poids sec permet d'apprécier d'une façon réelle l'action fertilisante des divers agents. S'il nous avait été possible de connaître exactement le poids des plantes à l'état vert, par une simple soustraction, nous aurions pu mesurer la quantité d'eau contenue dans les cultures.

A défaut de ce second terme numérique, reportons-nous aux observations qui sont résumées page 296. Dans le groupement des sels que nous avons exposé à cet endroit, nous avons vu que plusieurs d'entre eux ont des effets fertilisants tellement marqués, que le doute sur la place que nous avons assignée à ces sels n'est pas possible. Ainsi, quoique nous ne puissions exprimer par des chiffres les poids respectifs des plantes vertes récoltées, d'une part. dans l'azotate de potasse, d'autre part dans l'azotate d'ammoniaque, nous sommes cependant en droit d'affirmer que l'avantage des dimensions était incontestablement aux premiers, tant les différences étaient appréciables au simple aspect des récoltes.

Si nous ne tenons compte que des différences dont le sens est indiscutable, nous pourrons comparer les conclusions que nous avons formulées sur les Sarrasins à l'état vert aux résultats indiqués par le tableau des poids secs, et, les divergences entre ces deux séries devront être rapportées à la quantité d'eau contenue dans les plantes, suivant les divers sels employés.

Nous observons ainsi que l'azotate de potasse, qui donnait les végétaux verts les mieux développés, n'occupe que le second rang dans la série des poids secs ; ce qui indique qu'une grande partie de son action sur l'accroissement de la plante consiste en l'introduction d'une grande quantité d'eau dans les tissus de celle-ci. Par contre, l'azotate d'ammoniaque montre une action opposée et, pour une quantité d'eau moins grande, donne une très forte quantité de matière sèche.

Nous voyons, en outre, que tous les sels de potasse (Phosphate, oxalate et chlorure, aussi bien que l'azotate) occupent une situation moins élevée, dans la série des poids secs que dans l'autre série ; ce qui exprime qu'en présence des *sels de potasse la teneur du Sarrasin en eau est plus grande qu'en présence des autres sels.*

Enfin, le tableau A montre :

1° Que le poids sec augmente continuellement avec les quantités d'azotate d'ammoniaque ajoutées au sol.

2° Que l'effet nuisible de l'azotate de soude et des chlorures est surtout marqué aux doses concentrées.

3° Que le phosphate de potasse révèle un optimum, à la dose de 0 gr. 092 par plante et qu'il devient nuisible lorsque la dose dépasse 0 gr. 138.

On ne saurait tirer des déductions quant à l'action du degré de concentration des autres sels.

En comparant les poids secs obtenus avec des sels de même acide, on peut avoir une idée de l'effet respectif des bases ; inversement, on peut juger de l'effet des acides par la comparaison des sels de même base : En rapprochant les effets de l'azotate de potasse de ceux de l'azotate de soude, on voit que la base de ce dernier sel convient moins bien que la potasse et ne saurait lui être substituée.

La comparaison des effets des chlorures donne la même conclusion.

De la même façon, on verrait que la chaux et la magnésie ont des effets très approchés.

En comparant entre eux les sels de potasse, on est conduit à ranger ainsi les acides d'après leur ordre d'importance dans la formation de la matière sèche :

1° Acide azotique. 2° Acide oxalique. 3° Acide phosphorique. 4° Acide chlorhydrique.

Enfin, si on considère que le phosphate de potasse et le phosphate de fer ont donné des résultats très voisins l'un de l'autre, on est conduit à penser que les effets de ces sels sont presqu'exclusivement dus à l'acide phosphorique, puisque le fer n'entre dans la constitution des végétaux que pour des proportions infinitésimales.

Conclusions. — De l'exposé qui précède, on peut conclure :

I. Pour des doses convenablement choisies, *certains sels sont favorables au développement du Sarrasin pendant toute la durée de la végétation* (azotate d'ammoniaque, sulfate de chaux, phosphate de potasse, phosphate de protoxyde de fer)

D'autres se montrent nuisibles dès le début qui, plus tard, exercent une action fertilisante (sulfate de magnésie et surtout oxalate de potasse).

D'autres accusent un effet favorable au début mais nuisible à la fin (chlorure de potassium).

Enfin, l'*azote de soude et le chlorure de sodium se montrent constamment nuisibles.*

II. Dans certains cas, le degré de concentration du sel semble n'avoir pas d'influence appréciable sur les dimensions du végétal ni sur le poids sec (azotate de potasse).

Dans d'autres, le degré de concentration des sels *a une action progressive croissante* et l'effet nuisible ou utile croît en raison directe de la quantité de sel.

Il reste entendu que cette action progressive n'est considérée que dans les conditions de nos expériences, car l'action utile des sels fertilisants doit passer par un maximum, puisque, si l'on opérait dans des sols sursaturés, la vie serait impossible.

Souvent, ce maximum se présente déjà avec une des doses que nous avons employées. Ce maximum est *réel*, s'il est l'expression de faits observés sur la variation de la substance sèche ; il n'est qu'*apparent* quand on le déduit du simple aspect extérieur de la récolte et que la considération du poids sec ne fournit pas la même conclusion. Dans ce dernier cas, c'est une quantité d'eau considérable qui donne à la récolte son apparence exubérante.

De même l'*action progressive* peut être seulement *apparente* ou *réelle* dans les mêmes conditions.

Ces considérations permettent de classer les résultats de la façon suivante (Voir tableau page 303).

Les faits consignés dans ce tableau peuvent être ainsi exprimés :

a. *L'azotate de potasse et l'oxalate de potasse agissent, aux doses diverses qui ont été employées, indépendamment de leur degré de concentration.*

b. *Le chlorure de potassium, l'azotate d'ammoniaque, le sulfate de magnésie produisent, à une dose déterminée, un maximum dans la quantité d'eau de la plante :* mais les effets des doses sur la formation de la substance sèche ne suivent pas la même marche : *L'azotate d'ammoniaque produit un effet fertilisant qui va croissant avec le poids de sel employé. Le chlorure de potassium a également un effet constamment croissant, mais c'est un effet nuisible. Quant au sulfate de magnésie, il produit un effet qui ne paraît pas varier avec les doses employées.*

c. *Le phosphate de potasse révèle une action fertilisante maxima*

SELS DONT LE DEGRÉ DE CONCENTRATION A UNE ACTION

INVARIABLE		VARIABLE					
Sur l'aspect	Sur le poids sec	Progressivement croissante				Avec optimum	
		Réelle		Apparente		Réel	Apparent
		nuisible	utile	nuisible	utile		
AzO^3K	AzO^3K						
		Nacl. Kcl. AzO^3Na	AzO^3AzH^4 $PO^4Fe\ O^3$	Nacl. AzO^3Na	$FO^4Fe^2O^3$ SO^4Ca		Kcl. AzO^3AzH^4
Oxalate de potasse	SO^4Ca SO^4Mg Oxalate de potasse Résultats peu nets.						SO^4Mg
						PO^4K^2H	PO^4K^2H

tant au point de vue du développement extérieur des plantes que de la production de matière sèche.

d. *Le phosphate de fer, le chlorure de sodium, l'azotate de soude provoquent des effets proportionnels aux doses*, appréciables aussi bien sur les plantes vertes qu'après élimination d'eau, le premier dans un sens favorable, les autres dans un sens nuisible.

e. *Le sulfate de chaux augmente progressivement la quantité d'eau de la plante, quand on l'introduit à des doses croissantes ; mais ces différentes doses n'ont pas fait varier d'une façon appréciable l'augmentation de la matière sèche* (1).

---

(1) L'augmentation de la quantité d'eau dans la plante en présence du sulfate de chaux appuie l'opinion de M. Dehérain, qui pense que ce sel agit par une véritable *mobilisation* de la potasse du sol. Il est vraisemblable que la plante s'est enrichie alors en potasse, car on a vu précédemment que les sels de potasse ont pour effet d'augmenter le contenu des plantes en eau.

III. *Pour un sel déterminé*, ce n'est pas toujours la même dose qui produit l'effet optimum aux divers stades de développement de plante.

Ainsi, *pour le chlorure de potassium*, c'est le carré n° 3 qui est le plus beau au début ; plus tard, c'est le carré n° 2.

Pour le *sulfate de magnésie*, au début, le maximum de développement est dans le carré n° 4 ; plus tard, c'est dans le n° 2 qu'il a lieu. Pour l'*azotate de potasse*, le n° 3 présente un optimum au début ; plus tard tous les carrés se ressemblent sensiblement.

D'autre part, pour l'*azotate d'ammoniaque*, c'est la même dose qui produit l'effet maximum pendant toute la durée de la végétation (carré n° 3).

IV. Les effets des sels sur la production totale de la substance sèche du Sarrasin jusqu'au moment de la formation de la graine peuvent être classés, d'après leur sens et leur importance, dans l'ordre suivant :

Effets utiles : 1° Azotate d'ammoniaque ; 2° azotate de potasse ; 3° sulfate de magnésie; 4° oxalate de potasse; 5° phosphate de potasse; 6° phosphate de fer.

Effets nuisibles : 1° Azotate de soude ; 2° chlorure de potassium ; 3° chlorure de sodium.

V. *Les sels de potasse augmentent la teneur du Sarrasin en eau.*

VI. *La soude donne toujours des effets moins avantageux que la potasse, soit dans les azotates, soit dans les chlorures.*

VII. *La chaux et la magnésie ont des effets sensiblement égaux.*

VIII. *Les acides, groupés suivant leur importanee croissante dans la production de la matière sèche forment la série suivante :* 1° *Acide azotique;* 2° *acide oxalique*; 3° *acide phosphorique*; 4° *acide chlorhydrique.*

IX. *L'acide azotique donne aux feuilles une teinte vert foncé.*

X. *C'est à l'acide phosphorique qu'est dû l'effet prépondérant dans l'action fertilisante des phosphates.*

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897 *(Suite)*.

Plasmodiophorées. — Le genre *Plasmodiophora* a été établi autrefois par Woronine pour un Myxomycète (*P. Brassicæ*), se développant en abondance, aux environs de Saint-Pétersbourg, sur les racines du Chou, et y produisant des hypertrophies qu'on désigne sous le nom de *hernie du chou*. Ce parasite a été retrouvé un peu partout en Europe, et il semble même remarquablement ubiquiste puisque M. Mac-Bride (1) vient de le signaler jusque dans l'Iowa oriental (Amérique du Nord). Le *Plasmodiophora* est rangé par certains auteurs (Van Tieghem) dans la famille des Chytridinées, dont il serait un type aberrant donnant passage aux Myxomycètes. Mais en général on s'accorde plutôt (Schrœter, Prillieux) à considérer ce genre comme constituant, avec quelques genres voisins, une famille de l'ordre des Myxomycètes, à laquelle on donne le nom de *Plasmodiophorées*.

Signalé d'abord sur les diverses variétés de Choux cultivés, le *P. Brassicæ* a été retrouvé sur d'autres plantes horticoles (Navet, Rave, Radis) et même sur des *Iberis* et des *Matthiola*. Plus récemment, M. Magnus (2) a reconnu sa présence sur plusieurs Crucifères à l'état sauvage; et, aux hôtes déjà mentionnés pour ce parasite, M. Halsted (3) ajoute quelques nouvelles espèces (*Capsella Bursa-pastoris*, *Sisymbrium vulgare*) dont les racines sont hypertrophiées.

M. Massee (4) a reconnu que les spores de *P. Brassicæ* peuvent se conserver pendant deux années dans le sol, et qu'au moment de la germination la réaction (acide ou alcaline) du milieu a une influence marquée sur le développement : les acides favorisent la germination des spores et le développement du plasmode; les alcalis, au contraire, entravent la germination et peuvent même empêcher complètement le développement.

On sait que c'est précisément au genre *Plasmodiophora* que

---

(1) Mac Bride : Bull. Lab. Nat. Hist. Iowa, 1893.

(2) Magnus : *Weitere Notiz über das Auftreten von Plasmodiophora Brassicæ an wilden Cruciferen* (Sitzungsber. Naturw. Ges. Isis, Dresde, 1894, p. 25).

(3) Halsted : *Club-Root in common Weeds* (Bull. Torrey Bot. Club, vol. XXI, 1894, p. 76, 2 fig.

(4) Massee : *Note on the disease of Cabbages and allied Plants known as « Finger and Toe »* (Proced. Roy. Soc. London, vol. LVII, 1895, p. 330).

MM. Viala et Sauvageau ont rapporté un myxomycète auquel ils attribuent la cause de la *Brunissure* de la Vigne. Ce parasite n'a été observé par eux qu'à l'intérieur des cellules de l'hôte, où il forme des plasmodes plus ou moins spumeux, de couleur jaune rougeâtre. D'après M. Debray (1) le parasite de la Brunissure n'est pas spécial à la Vigne et peut s'observer chez un grand nombre de végétaux (68 espèces). On l'y trouve sous divers états. Dans les parties bien vivantes de la plante hospitalière, il se présente sous trois formes différentes : 1° plasmode intimement mélangé au protoplasma de l'hôte, et dont il est difficile de le distinguer ; 2° plus fréquemment, plasmodes condensés, de couleur jaune soufre, de forme sphérique ou ellipsoïdale ; 3° parfois plasmodes spumeux, renfermant de nombreuses vacuoles. Dans les parties mortes ou fortement attaquées, le parasite se présente soit à l'état de *kystes*, soit à l'*état céroïde*. Les kystes sont sphériques ou mamelonnés ; à leur surface le protoplasma s'est durci et forme une pseudomembrane ; les kystes sphériques peuvent germer par bourgeonnement à la façon des levures. Parfois toute la masse du protoplasma prend la consistance de la membrane et devient orangée ou brune, c'est l'état céroïde. M. Debray croit avoir observé la germination de ces corps céroïdes : ils donneraient de petits bourgeons sphériques jaunes. Plusieurs plasmodes peuvent se fusionner en un seul sans contraction. Un plasmode peut se diviser en plusieurs masses soit par étirement, soit par bourgeonnement. A l'hiver, les plasmodes s'enkystent, et ils peuvent germer au printemps suivant. La membrane présente les mêmes réactions que le contenu. Le plasmode n'a ni noyau, ni pseudopodes grêles. Par ces caractères, par l'absence de spores et de zoospores, par le fait qu'il ne provoque aucune déformation sur la plante hospitalière, le parasite de la Brunissure s'éloigne donc du *Plasmodiophora Brassicæ*. Pour M. Debray, il constitue un genre particulier *Pseudocommis*, lequel serait le type d'un groupe spécial de Myxomycètes, les *Pseudocommidées*, intermédiaires entre les Myxomycètes proprement dits et les Vampyrellées.

M. Roze (2) a repris l'étude du *Pseudocommis vitis* Debray (= *Plasmodiophora vitis* Viala et Sauv.). Il a retrouvé cet organisme dans les tubercules de certaines variétés de pomme de terre, sous les formes de plasmodes et de kystes sphériques jaunes que M. Debray avait déjà signalées dans les feuilles de la même plante. Des essais d'infection par piqûre des tubercules ayant été suivies d'apparition de la brunissure dans les feuilles, M. Roze en conclut que le *Pseudocommis* parcourt un cycle de développement très simple : il passe des tubercules aux feuilles par l'intérieur des tissus ; puis, entraîné à l'état de kystes dans les feuilles fanées qui tombent sur le sol à l'automne, il y germe et envahit les tubercules nouveaux. D'après M. Roze, le plasmode examiné en préparations microscopiques peut, dans certaines conditions, reprendre sa vitalité et donner un plasmode incolore (comme Debray l'a déjà observé sur la Vigne) ; ce plasmode est plus actif que le premier, il entoure les grains d'amidon et les corrode.

---

(1) Debray : *La Brunissure chez les végétaux* (Revue de Viticulture, 1895) ; *Nouvelles recherches sur la Brunissure* (Comptes Rendus de l'Ac. des Sc., t. 120, 1895, p. 943).

(2) Roze : *Le Pseudocommis vitis* Debray *dans les tubercules de pomme de terre* (C. R. de l'Ac. des Sc., t. 124, 1897, p. 704.

Recherchant le *Pseudocommis* chez les végétaux les plus variés, M. Roze (1) l'a observé dans un grand nombre de plantes cultivées, où le myxamibe serait soit le précurseur soit le commensal de champignons plus élevés en organisation qu'on aurait jusqu'ici décrits comme la cause du mal ; il l'a retrouvé aussi dans beaucoup de plantes bulbeuses, surtout en serre chaude ; dans des plantes aquatiques, Algues diverses, *Elodea* (où l'action du parasite lui a semblé provoquer une accélération des mouvements protoplasmiques), etc.

Il faut convenir que cette grande expansion du *Pseudocommis*, d'une part, cette ubiquité extrême qui semble être sa caractéristique (car on ne la retrouve à un tel degré chez aucun autre Champignon), et aussi, d'autre part, le fait de sa présence, signalée par M. Roze, dans un grand nombre de plantes où précisément coexistent d'autres champignons à qui jusqu'ici on attribuait le rôle d'agents pathogènes, tous ces faits ne sont pas sans soulever dans l'esprit un doute sur l'autonomie même du *Pseudocommis* aussi bien que sur sa valeur pathogénique. Précisément M. Massee, par l'examen d'un cas particulier, a donné à ce doute une base des plus sérieuses. Étudiant diverses Orchidées atteintes de la maladie dite du « Spot », et constatant une très grande ressemblance des lésions avec celles que MM. Viala et Sauvageau ont décrites comme causées par le *Plasmodiophora vitis*, M. Massee (2) attribua d'abord la maladie à un parasite analogue qu'il appela *Plasmodiophora orchidis*. Mais bientôt, après des essais infructueux d'inoculation de la maladie, M. Massee (3) se rendit compte, par d'ingénieuses et minutieuses expériences, que le « Spot » est déterminé simplement par des agents physiques, en particulier par un brusque abaissement de température. En laissant séjourner, sur une feuille saine, de petits morceaux de glace, en maintenant la température basse et l'atmosphère saturée, on peut produire sur les feuilles d'Orchidées des taches qui évoluent comme celles du « Spot », et on constate que les cellules mortifiées présentent tous les caractères des pseudoplasmodes. Les observations et expériences de M. Massee ont porté sur plusieurs espèces d'Orchidées (*Eria rosea*, *Masdevallia Reichenbachia*, *Bulbophyllum careyanum*) et, comme on peut le voir par les fig. 53 et 54, qui reproduisent une partie seulement de la très belle planche coloriée de Massee, les résultats obtenus sont particulièrement saisissants. Dans les cellules en voie de dégénérescence apparaissent des sphères réfringentes hyalines, où les grains de chlorophylle et d'amidon se sont comme dissous peu à peu. Bientôt ces sphères, chargées de tannin, se creusent de vacuoles, grandissent, envahissent toute la cellule et prennent l'aspect spumeux fréquemment observé dans le *Pseudocommis*. Ce réseau change constamment de forme et simule ainsi les mouvements amiboïdes du *Pseudocommis* ; mais M. Massee a vu ces mouvements se produire même après immersion dans une solution d'acide osmique au 1/100, ce qui enlève toute incertitude et établit la nature non plasmodique de ces formations. Dans certaines cellules d'*Eria rosea* (fig. 53, A) l'épiplasma est complètement recouvert de petits globules tannifères qui donnent l'apparence des amas de spores de *Plasmodiophora vitis*.

---

(1) Roze : *Du Pseudocommis vitis et de sa présence dans les plantes cultivées* (Bull. Soc. mycolog., t. 13, 1897, p. 162) ; *Nouvelles observations sur le Pseudocommis vitis* Debray (id., p. 172) ; *Recherches rétrospectives sur le Pseudocommis* (id., 1897, p. 217) ; *De la présence du Pseudocommis dans les plantes submergées d'eau douce et les plantes marines* (id., 1897, p. 228).

(2) Massee : *On an Orchid-Disease* (Annals of Botany, vol. IX, 1895, n° 33, p. 170).

(3) Massee : *The « Spot » Disease of Orchids* (Ann. of Bot., vol. IX, 1895, n° 35, p. 421, 1 pl. coloriée. Traduit dans la *Revue mycologique*, 1896, p. 63.

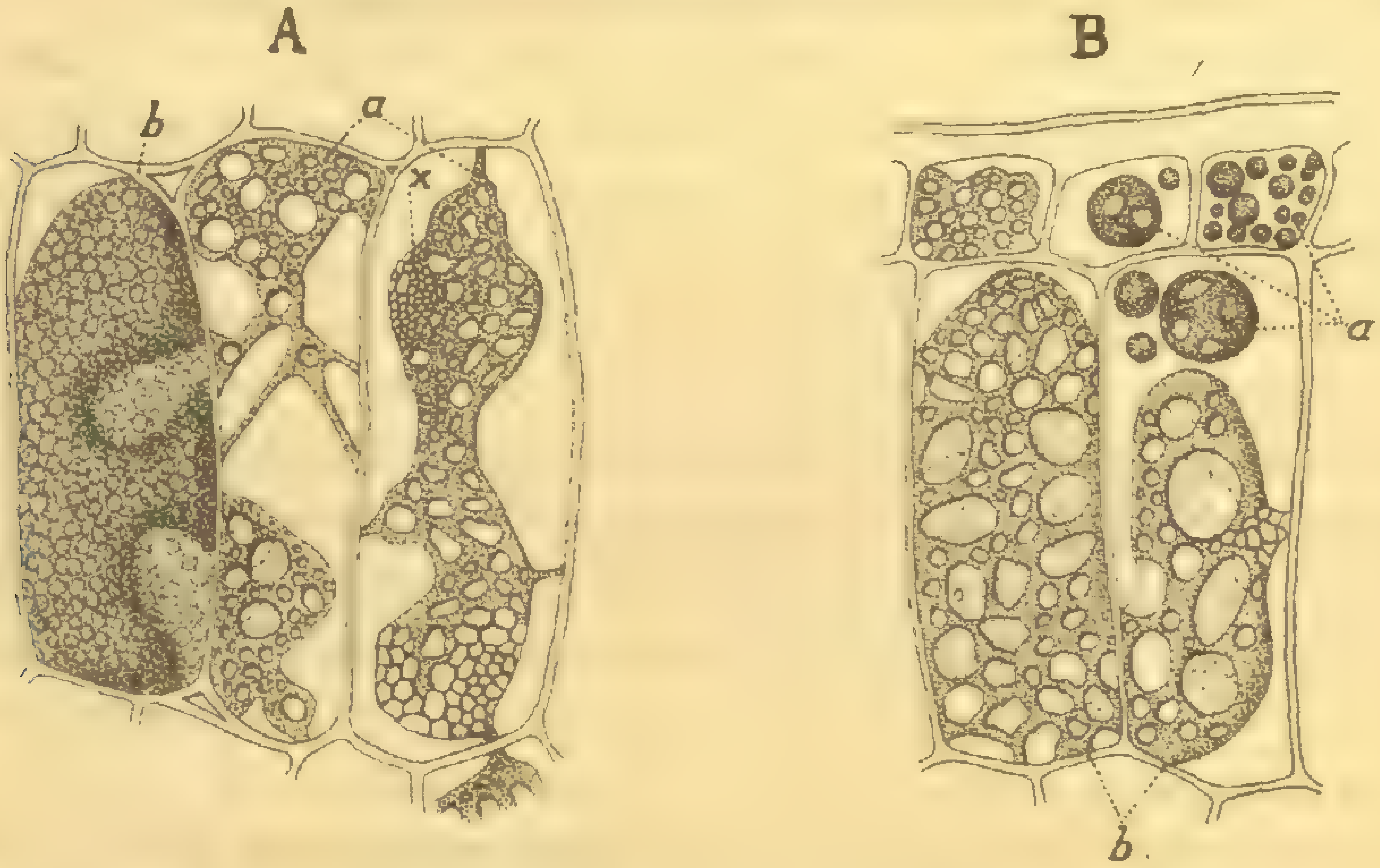


Fig. 53 et 54. — A, Coupe dans une feuille d'*Eria rosea* atteinte de « Spot » ; *a*, protoplasma contracté et bruni qu'on pourrait prendre pour un plasmode de *Plasmodiophora ;* *b*, protoplasma recouvert de vésicules tannifères ayant l'apparence de spores de *Plasmodiophora*.— B, Coupe dans une feuille de *Masdevallia*, montrant des vésicules tannifères à divers états de développement : *a*, vésicules peu vacuolaires, fortement colorables ; *b*, vésicules volumineuses et remplies de vacuoles. Gr. = 300 environ (d'apr. Massee).

M. Massee a donc réalisé expérimentalement, par de simples actions physiques, des formations très semblables à celles que présente le *Pseudocommis vitis* à ses divers états de développement. Dans le même ordres d'idées, M. **Delacroix** (1) a observé, sur un *Catleya* attaqué par le *Ceuthospora minima*, un contenu d'apparence pseudoplasmodique qu'il considère comme le produit de l'action du parasite sur le protoplasma cellulaire de l'hôte. Enfin, d'après M. Massee, ce sont des conditions analogues à celles qui déterminent le « Spot » qui, dans les feuilles de Tomates, produisent la maladie décrite par **Abbey** (2) et que cet auteur avait rapportée à un organisme parasite, le *Plasmodiophora tomati*.

Pour combattre cette manière de voir, M. **Roze** (3) a invoqué de nouvelles preuves à l'appui de l'existence du *Pseudocommis*. Il a fait remarquer d'abord que les aspects du parasite différaient profondément de ceux que présentent les cellules ordinaires en voie de dégénérescence. Il a en outre réalisé des expériences d'infection; avec des plasmodes issus de Pomme de terre, il a infecté de nombreuses graines, lesquelles, mises à germer, ont donné des plantules dont les feuilles renfermaient le *Pseudocommis*.

En résumé, il semble que la question ne soit pas encore entièrement résolue pour la plupart des cas, et le travail de M. Massee semble même mettre en doute l'autonomie du *Pseudocommis vitis* (= *Plasmodiophora vitis*). De nouvelles observations et surtout de nouvelles expériences sont nécessaires pour éclaircir ce point encore obscur de la Biologie végétale et pour montrer si le parasite existe partout où il a été signalé, ou bien au contraire si ce sont les idées de M. Massee à ce sujet qui doivent être généralisées. D'ailleurs, même en supposant démontrée de façon irréfutable l'existence du parasite de la Brunissure, la question se pose encore, dans certains cas tout au moins, de savoir si cet organisme est pathogène ou non. Un examen critique devient alors nécessaire pour chaque cas particulier; mais un tel examen sort manifestement du cadre de cette *Revue*, et nous ne le ferons pas ici.

Acrasiées. — Reprenant l'étude des Labyrinthulées, ce groupe curieux de Myxomycètes qui se rapprochent des Acrasiées par leur plasmode agrégé mais qui sont parasites comme les Plasmodiophorées, M. **Zopf** (4) a suivi la formation et la germination des spores ou formes d'enkystement du *Labyrinthula Cienkowskii*, parasite de *Vaucheria terrestris*. Il a trouvé que les spores sont toujours entourées d'une double membrane. A la germination, les spores produisent dans leur intérieur, non des zoospores, mais des myxamibes, le protoplasma émettant un ou deux pseudopodes qui percent la membrane du kyste. Souvent les amibes restent pendant un temps considérable à l'intérieur du kyste avant de s'évader ; ils l'entraînent alors dans leurs mouvements.

---

(1) Delacroix : *Espèces parasites nouvelles* (Bull. Soc. Mycol., 1897, p. 108).

(2) Abbey : *The « drooping » disease in Tomatoes* (Journ. Hort., sér. 3, vol. XXX, 1895, p. 360.

(3) Roze : *Sur le Pseudocommis vitis* Debray, *et sur de nouvelles preuves de l'existence de ce Myxomycète* (C. R. de l'Ac. des Sc., t. 124, 1897, p. 1109).

(4) Zopf : *Beiträge zur Phys. und Morph. nied. Organ.*, II, 1892, p. 36, et IV, 1894, p. 60, avec 2 fig.

M. **Dangeard** (1) a créé un genre nouveau, *Sappinia*, pour une Acrasiée (*S. pedata*) qui s'est développée sur du crottin de cheval et qui présente dans son développement des caractères intermédiaires entre les Rhizopodes amœbiformes, tels que les *Amœba*, et les Acrasiées déjà connues, surtout les *Copromyxa*. Tous les myxamibes passent à l'état de spores, mais les amas sporifères ont une forme irrégulière, mal définie, ce qui est une différence avec les *Copromyxa*.

Endosporées. — Nous n'avons à signaler qu'un petit nombre de travaux relatifs au développement des Myxomycètes endosporés. **Mac Clatchie** (2) a obtenu la germination des spores de plusieurs espèces : *Reticularia umbrina*, *Diachœa leucopoda*, *Hemiarcyria rubiformis*, *Fuligo septica*, *Badhamia hyalina*. Chez certaines d'entre elles, en particulier *Reticularia umbrina*, les spores germent très facilement et très vite, par exemple au bout d'une heure dans l'eau distillée. M. **El. Durand** (3) après avoir décrit et figuré plusieurs Myxomycètes rares de l'état de New-York (*Arcyria macrospora*, *Cribraria purpurea*, *Trichia erecta*), donne le développement de l'*Enteridium Rozeanum* Rost., depuis la germination de la spore jusqu'à la formation des plasmodes. Les zoospores de cette dernière espèce sont assez particulières, ayant en général deux cils, un à chaque extrémité. Enfin, M. **Zopf** (4) a décrit l'état plasmodial d'un myxomycète, qui est probablement *Enteromyxa paludosa* Cienk., lequel se développe dans le test des *Saccaminia*.

Systématique. — La systématique du groupe des Myxomycètes a donné lieu à un assez grand nombre de travaux, et plusieurs genres et espèces nouvelles ont été décrits. M. **Schilbersky** (5), par des raisons tirées de la structure du sporange, propose de détacher *Cribraria mirabilis* de ce genre, pour le ranger dans le genre *Dictydium*. Il décrit aussi une nouvelle espèce *Physarum mucoroides*, parasite sur la tige et les feuilles de *Sedum carneum;* dans les nœuds du capillitium de cette intéressante espèce se trouvent des corpuscules calcaires.

(1) Dangeard : *Contribution à l'étude des Acrasiées* (Le Botaniste, V^e série, 1896, p. 1, avec 4 fig.).

(2) Mac Clatchie : *Notes on germinating myxomycetous [spores* (Bot. Gazette, vol. XIX, 1894, p. 245).

(3) El. Durand : *Some rare Myxomycetes of central New-York, with notes on the germination of* Enteridium Rozeanum (Bot. Gaz., vol. XIX, 1894, p. 89, avec 2 pl.).

(4) Zopf : *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, vol. LVII, fasc. 4, mai 1894, p. 618, avec 2 fig.).

(5) Schilbersky : *Neue Beiträge zur Morphologie und Systematik der Myxomyceten* (Bot. Centralblatt, vol. LXVI, 1896, p. 81, avec 1 pl.).

Dans une série de notes consécutives à sa « Monographie », M. Lister (1) étudie diverses espèces critiques (*Crateriachæa mutabilis* Rost. et *Chondrioderma simplex* Schrœt.), rares ou nouvelles (*Badhamia foliicola*).

Sous le nom de *Kleistobolus pusillus* et *Didymium oculatum*, M. Lippert (2) décrit deux nouvelles espèces de Myxomycètes, trouvées toutes les deux sur des bois de Pin mort. *Kleistobolus* forme un nouveau genre caractérisé par ses sporanges solitaires, sphériques, sessiles, à opercule circulaire à bord denté, avec un double péridium et un capillitium rudimentaire formé seulement de quelques filaments courts.

Enfin l'on doit à M. Roze la création de plusieurs genres nouveaux, comprenant des formes d'une extrême simplicité. Le *Vilmorinella micrococcorum* (3) se développe dans le mucus d'un microcoque observé dans la gangrène de la pomme de terre. A l'état végétatif, c'est un myxamibe formé de sphérules plasmodiques qui se gonflent par l'eau et qui peuvent pousser des bourgeons s'isolant en sphérules-filles. D'autres sphérules d'aspect plus réfringent sont des kystes qui, dans du mucus frais, germent en donnant des plasmodes animés de mouvements amiboïdes.

Le genre *Amylotrogus* (4) comprend, d'après M. Roze, cinq espèces nouvelles de Myxomycètes, vivant tous à la surface des grains d'amidon, qu'ils corrodent. Deux d'entre eux, *A. lichenoides*, *A. vittiformis*, se développent à la surface des grains, ont des plasmodes superficiels ; les trois autres (*A. filiformis*, *A. discoideus*, *A. ramulosus*) ont des plasmodes pénétrants et creusent des galeries à l'intérieur des grains de fécule. M. Roze a réussi à cultiver tous ces plasmodes, c'est-à-dire à infecter de la fécule saine de pomme de terre, et même de la fécule de blé, en se servant pour cela de fécule contaminée de pomme de terre. Il est à remarquer que, dans ces divers passages, les caractères morphologiques des plasmodes changent avec la nature et la grosseur des grains d'amidon. Aussi faut-il peut-être n'accorder qu'une valeur provisoire à ces genres et espèces uniquement définies par les caractères du plasmode, et, ainsi que le pense M. Roze lui-même, attendre, pour les classer, de les connaître mieux. Les mêmes observations s'appliquent sans doute au nouveau genre *Xanthochroa Solani*, établi par M. **Roze** (1) pour un myxomycète jaune d'organisation très simple, qui se développe sur les tubercules de pomme de terre, vivant des restes de l'*Amylotrogus*, et dont le plasmode amorphe s'enkyste à un moment donné pour se conserver.

---

(1) A. Lister : *Notes on British Mycetozoa* (Journ. of Botany, vol. XXXIII, 1895, p. 323). — *A new variety of Enteridium violaceum* (id., vol. XXXIV, 1896, p. 210). — *Notes on some rare species of Mycetozoa* (id., vol. XXXV, 1897, p. 209.

(2) Lippert : *Ueber zwei neue Myxomyceten* (Verhandl. K-K. Zool. Bot. Gesellsch. Wien, t. 44, 1894, p. 70, avec 2 pl.).

(3) E. Roze : *Un nouveau type générique de Myxomycètes* (C. R. Ac. Sc., t. 124, 1897, p. 417). — *Vilmorinella, nouveau genre de Myxomycètes* (Bull. Soc. mycol., t. XIII, 1897, p. 89).

(4) E. Roze : *L'Amylotrogus, un nouveau genre de Myxomycètes* (Journal de Botanique, t. X, 1896, p. 424, avec 1 fig.). — *Les espèces du genre Amylotrogus, parasites de la fécule* (Bull. Soc. mycol., t. XIII, 1897, p. 76, avec 1 pl.). — *Nouvelles recherches sur les Amylotrogus* (C. R. Ac. Sc., t. 124, 1897, p. 248).

Les Myxomycètes des États-Unis ont fait l'objet de divers mémoires et notes. Dans un ouvrage d'ensemble non encore achevé, M. **Morgan** (2) étudie avec détail les Myxomycètes de Miami Valley dans l'Ohio. Outre un assez grand nombre d'espèces nouvelles, l'auteur a créé deux genres nouveaux. Dans la famille des Physaracées, il réunit dans le nouveau genre *Cytidium* sept espèces de *Didymium* et de *Physarum*, lesquelles se distinguent des *Physarum* proprement dits en ce que la columelle donne naissance au capillitium, ce qui indique une relation avec les *Didymium* et les *Lamproderma*. Le nouveau genre *Calonema*, ne comprenant qu'une seule espèce *C. aureum* (*sp. n.*), trouve place dans la famille des Trichiacées au voisinage des *Oligonema*. De nombreuses figures annexées au travail représentent les sporanges, capillitium et spores des espèces les plus intéressantes.

Se plaçant uniquement au point de vue systématique, M. **Sheldon** (3) dresse la liste de 42 espèces de Myxomycètes du Minnesota; mais poussant le « principe de priorité » jusqu'à ses plus extrêmes limites, il supprime une bonne partie des dénominations génériques établies depuis Linné et les remplace par de très anciens noms de genres qu'il essaie, en vain croyons-nous, de remettre au jour.

On doit à M. **Rex** (4) quelques études sur la structure et le développement d'espèces déjà connues. Enfin mentionnons pour terminer diverses notes dues à MM. **O. F. Cook** (5), **Morgan** (6), **Bell** (7), **Clifford** (8).

---

(1) E. Roze : *Le Pseudocommis vitis dans les tubercules de pomme de terre et un nouveau genre de Myxomycètes* (Bull. Soc. mycol., t. XIII, 1897, p. 155).

(2) Morgan : *The Myxomycetes of the Miami Valley, Ohio* (Journ. Cincinnati Sc. N. Hist., 1893-1896, avec 7 planches).

(3) Sheldon : *A study of some Minnesota Mycetozoa* (Minnesota botanical Studies, Bull. n° 9, fasc. VII, 1895, p. 462).

(4) Rex : *Notes on Cribraria minutissima and Licea minima* (Bot. Gaz., 1894, p. 397). — *Diachæa Thomasii* (Proc. Acad. of nat. Sc. of Philadelphia, III, 1894, p. 289).

(5) O. F. Cook : *Personal nomenclature in the Myxomycetes* (Bull. Torrey Bot. Cl. XXII, 1895, p. 431).

(6) Morgan : *Synonymy of Mucilago spongiosa* Leys (Bot. Gaz., vol. XXIV, 1894, p. 56).

(7) Bell : *The slime moulds Myxomycetes of Crete*. Relevé de 16 Myxomycètes.

(8) Clifford : *Notes on some physiological properties of a myxomycete plasmodium* (Ann. of Bot., vol. XI, 1897, p. 179, avec 3 fig.).

(*A suivre*)

L. **Matruchot**.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS

PUBLIÉS EN 1894-1897 *(Suite)*.

Pour terminer les ouvrages relatifs aux Lichens européens, il nous faut revenir sur nos pas et passer en Turquie avant de gagner l'Asie-Mineure.

M. ZAHLBRUCKNER. avec lequel nous étions tout à l'heure en Autriche, a fait connaître une petite collection de Lichens formée en 1893 par M. Dörfler dans l'Albanie (1). Elle comprend seulement 25 espèces avec une variété nouvelle : *Verrucaria papillosa* var. *mesospora*.

Au mois de septembre 1896, M. Harutian Abeljang a fait l'ascension du célèbre mont Ararat, en Arménie, dont le sommet était alors couvert de neige. Il a pu néanmoins y récolter quelques Lichens intéressants à cause de l'altitude fort élevée, 4912 mètres, où ils végétaient. M. le docteur ARNOLD (2) y a reconnu le *Gyrophora Delisei* Despr., le *Lecanora elegans* Ach., le *Gyalolechia aurella* Arn. et le *Placodium disperso-areolatum* Schar, tous européens, ainsi qu'un *Lecanora* et un *Lecidea* qui n'ont pu être déterminés exactement. Aucune de ces espèces n'est commune avec celles du mont Rosa, dont il a été question plus haut. Le *Lecanora elegans* se trouve dans les régions les plus froides, au Spitzberg, par exemple, mais le *Placodium disperso-areolatum*, quoique végétant seulement dans les régions alpines, ne se rencontre que dans les montagnes méridionales de l'Europe (sud de la France et de la Suisse, Italie).

De l'Arménie, nous descendons dans le sud de la Perse. Dans ce royaume, le docteur Stapf récolta, il y a une vingtaine d'années, une remarquable collection de Lichens qui ont été déterminés, en partie du moins, par M. Müller (3). Quelques-uns provenant des environs de Buschire n'avaient pas été soumis à ce célèbre lichenologue ; M. le docteur STEINER (4) les trouva dans l'herbier de l'Université de Vienne, les étudia et y reconnut 21 espèces toutes saxicoles. Sur ce total, 8 espèces sont communes à la Perse et à l'Europe, 7 le sont à la Perse et au nord de l'Afrique (Algérie et Egypte) et les 6 autres sont nouvelles. Dans cette liste, comme dans la précédente, je n'ai pas compris plusieurs espèces de *Ticothecium* ou *Endococcus*, genre placé maintenant dans les Champignons; je crois qu'il faut ranger dans la même catégorie un genre nouveau créé par M. Steiner, *Verrucula*, séparé du genre voisin et ancien *Verrucaria*, par l'absence de gonidies. La classification suivie par cet auteur est celle de M. Müller dont nous aurons occasion de parler à propos de la Nouvelle-Zélande.

---

(1) A. Zahlbruckner : *Lichenes albanici a cl. Dörfler anno 1893 lecti* (Extr. de l'Hedwigia, 1897) ; br. in-8° de 4 pages.

(2) F. Arnold : *Flechten auf dem Ararat* (Extr. du Bull. de l'Herbier Boissier, 1897) ; br. in-8° de 3 pages.

(3) *Revue de Botanique*, t. VI, p. 28.

(4) J. Steiner : *Beitrag zur Flechtenflora Südpersiens* (Extr. du Sitzungsberichten der k. Academie der Wissenschaften in Wien, 1896) ; br. in-8° de 11 pag.

Avec ce dernier nous pénétrons dans l'Inde anglaise pour remonter ensuite dans la Sibérie en traversant le plateau central. Le révérend Stevens (1) a récolté dans les monts Sikkin 12 espèces de Lichens parmi lesquels M. **Muller** a distingué une forme nouvelle du *Stictina retigera* et un *Patellaria* qui n'avait pas encore été observé. La végétation de cette région est à peu près la même que celle du Yun-nan dans la Chine. Dans le centre de l'Asie, M. **Brotherus** (2), subventionné par l'Université d'Helsingfors a exploré les montagnes qui entourent le lac d'Issikoul, surtout au point de vue bryologique; il a rapporté néanmoins d'autres plantes et en particulier 62 Lichens, 64 si l'on compte un *Endococcus* et un Lichen anormal, jusqu'alors inconnu, *Athecaria perfallens* Nyl. Le nom de ce savant indique que c'est lui qui a déterminé cette petite collection partagée par moitié en Lichens fruticuleux et folaciés d'une part et en Lichens crustacés d'autre part. Un bon nombre de ces espèces sont alpines ou subalpines, communes à l'Europe bien entendu. Sur les 62, 3 sont nouvelles : *Physcia asiana*, *Lecanora transcaspica*, du groupe du *L. cerina*. Ach. et *L. fusco-hepatica*, de la section des *Acarospora*. Mais la présence du *Peltula radicata* Nyl. et du *Glhypholecia placodiiformis*, propres le premier à l'Algérie et le second, à la Suisse, prouvent que l'on peut toujours s'attendre à trouver dans une contrée non encore explorée des Lichens regardés comme endémiques pour une autre région.

La collection de la Sibérie méridionale (3) a été formée par MM. Martianoff et Bartaschow ; elle a été déterminée par M. **Wainio** qui l'a disposée suivant la méthode dont il s'en servi dans son étude sur les Lichens du Brésil. Ils sont au nombre de 130, répartis en 30 genres; les mieux représentés de ces derniers sont les *Cladonia*, 17 espèces, puis les *Parmelia* et les *Lecanora* avec chacun 16. Tous à l'exception d'un seul, le *Sticta Wrightii* Tuck., ou *Ricasolia Wrightii* Nyl appartiennent à la région septentrionale de l'Europe, et la plupart végètent même dans les plaines et dans les montagnes de la France. Le *Sticta Wrightii* Tuck., espèce japonaise, indiquée comme douteuse pour la Sibérie dans mes *Lichenes exotici* appartient donc réellement à cette contrée. M. Wainio n'a signalé que 4 variétés nouvelles, nombre de nouveautés restreint si l'on songe que les Lichens de cette vaste région sont peu connus. Deux Mémoires. l'un de M. Nylander (1) et l'autre de M. Müller (2) ont été seuls consacrés je crois aux Lichens de Sibérie, et ces deux collections sont moins importantes que celles de M. Wainio. Dans l'ouvrage de celui-ci plusieurs noms ont été changés : le *Platysma ulophyllum* Nyl. devient le *Cetraria chlorophylla* (Humb.), ce dernier nom spécifique étant plus ancien que l'autre ; l'*Amphiloma granulosum* Müll. Arg. ou *Lecanora granulosa* Nyl. doit se nommer *Placodium subgranulosum* Wain., parce que cet adjectif *granulosa* avait déjà été employé par Scharer (3) pour désigner une forme du *Parmelia elegans* de laquelle M. Wainio a fait une sous-espèce : *Placodium granulosum*. Enfin le *Parmelia* si commun partout, le *P. caperata* Nyl , Th. Fr., le *Lichen caperatus* figuré par Hoffmann (4) et rapporté par Acharius lui-même à son *Parmelia caperata*, doit d'après l'herbier de cet auteur, se nommer *P. cylisphora* Wain., étant le *P. caperata* var. *cylisphora* Ach. *Synops. Lich.* p. 196. Il me semble que l'on devrait éviter de substituer ainsi un nom complètement inconnu à une dénomination admise par tous; du reste pour que l'on puisse suivre M. Wainio, n'aurait-il pas dû donner quelques explications et dire ce qu'est le *Parmelia caperata*, le type d'Acharius, car il doit être représenté dans son herbier. Th. Fries (5) qui a aussi examiné l'herbier d'Acharius, rapporte la forme américaine *cylisphora* au type, disant, comme ce dernier auteur lui-même, que c'est un échantillon jeune, non encore entièrement formé. Quant à un autre changement seulement proposé et non exécuté par M. Wainio, celui de *Cetraria Pinastri* (Scop.) en *Cetraria caperata*, le *Lichen caperatus* représentant cette espèce, n'est-il pas une de ces mutations destinées à embrouiller plutôt qu'à éclaircir la lichénographie, et la règle donnée par certains auteurs de conserver dans chaque genre les noms bien connus quand même il en existerait de plus anciens, n'est-elle pas bonne à suivre? Rien n'empèche de mettre dans les ouvrages savants, ces noms antiques en synonymie.

---

(1) J. Müller : *Lichenes Sikkimenses a rev. Stevens in montibus Sihkin. Indiæ orientalis lecti* (Extr. du Bulletin de l'Herbier Boissier, 1895) ; br. in-8° de 2 pag.

(2) F. Brotherus : *Contributions à la Flore lichénologique de l'Asie centrale* (Extr. du Ofversigt af Finska Vet. Soc. Förb., 1897) ; br. in-8° de 13 pages.

(3) E. Wainio : *Lichenes in Sibiria meridionali lecti* (Extr. des Acta Societatis pro Fauna et Flora fennica, 1896) ; br. in-8° de 20 pages.

Nous commençons notre promenade à travers les deux Amérique par une visite aux terres qui confinent au cercle polaire arctique. Là

---

(1) W. Nylander : *Lichenes Middendorffiani*, 1867.

(2) J. Müller : *Lichenes Finschiani*, 1878.

(3) E. Scharer : *Enumeratio critica Lichenum europæorum*, p. 52.

(4) Hoffmann : *Plantæ lichenosæ*, tab. 38, fig. 1, tab. 32, fig. 1, et tab. 42, fig. 1.

(5) Th. Fries : *Lichenographia scandinavica*, p. 127.

M. Hartz a recueilli dans le Groenland une importante collection de Lichens déterminée par le léchénologue danois bien connu, l'auteur de la Flore du Danemark et de celle du Groenland, le révérend Deichmann Branth (1). Elle se compose de 187 espèces réparties en 52 genres; au milieu de celles qui sont propres à la zone arctique, ou communes à cette zone et aux hautes montagnes de l'Europe, il en est une que l'on est très étonné d'y rencontrer, l'*Acarospora Schleicheri* (Ach.), que l'on n'avait encore vu que sur les bords de la mer Méditerranée, dans le sud de la France, en Sardaigne et en Algérie, et sur les côtes de l'océan Pacifique, en Californie. La forme du *Peltigera canina* à sorédies bleuâtres est le *P. spuria* f. *erumpens* Tayl., Lichen rare et signalé seulement en Lorraine, en Suisse et dans le Japon.

D'après M. Darbishire qui aussi a étudié les Lichens du Groenland, le total des espèces observées jusqu'alors dans cette froide région serait de 286. Sa petite collection provenant du district d'Umanak (2) a augmenté ce total, car il indique deux espèces que l'on n'avait pas rencontrées dans les terres arctiques, le *Dufouria madreporiformis* Ach. et le *Solorina bispora* Nyl. Les autres au nombre de 21 sont arctiques ou alpines.

L'île de Terre-Neuve et le Labrador ont fourni au révérend Waghorne 87 espèces de Lichens déterminés par M. Hulting (3) et disposés par lui dans l'ordre alphabétique; il y a ajoute quelques espèces de Californie et des États-Unis et on y remarque une espèce nouvelle, *Pertusaria Waghornei*, qui se place parmi les espèces à thèques monospores. Mais, non seulement ces Lichens avaient déjà été l'objet d'une publication (4) en Amérique, mais encore M. Arnold, l'aimable lichénologue de Munich, étudiait en même temps que M. Hulting les récoltes de M. Waghorne et publiait la même année que lui deux Mémoires : l'un sur les Lichens de Terre-Neuve (5) et l'autre sur ceux du Labrador (6). On voit que M. Waghorne a agi comme avait fait il y a quelques années le docteur Delamare dans une île voisine, à Miquelon; il a expédié ses Lichens à plusieurs personnes et c'est par centaines que M. Arnold les a reçus de 1893 à 1896. Dans le premier de ses Opuscules, ce dernier nous apprend que M. Waghorne est le troisième botaniste qui ait recueilli des Lichens à Terre-Neuve; le premier est Bachelon de la Pylaye de 1816 à 1820 et le deuxième Despréaux en 1829. Celui-ci en a rapporté une assez grande quantité de *Cladonia* qui se trouvent dans l'herbier de Delise; il en existe aussi de très beaux spécimens dans celui de Bory de Saint-Vincent, appartenant maintenant à M. le docteur Bornet. M. Arnold a reproduit quelques indications intéressantes de la Pylaye. Des espèces très communes chez nous, *Evernia Prunastri*, *Ramalina farinacea*, *fastigiata*, *fraxinea* et *pollinaria*, manquent complètement à Terre-Neuve; M. Waghorne a trouvé le *R. farinacea*. « Rien n'est plus lugubre, dit encore de la Pilaye, que les parties des bois qui abondent en arbres desséchés couverts par les *Alectoria jubata* et *sarmentosa*. La couleur noire du premier (espèce si ressemblante au poil des animaux que nos matelots prirent la plante pour du poil d'ours) ne fait que plus ressortir la couleur d'un jaune blanchâtre de l'*A. sarmentosa;* ces deux Lichens vivent fréquemment entremêlés ensemble, couvrent le tronc et pendant comme des crêpes funèbres le long des branches mutilées ». M. Waghorne ne dit pas si ce triste aspect des arbres existe encore. M. Arnold a énuméré et souvent décrit 251 espèces de Lichens dont 5 doivent être rangées parmi les Champignons ; le *Biatora exemptilis*, voisin du *B. vernalis* Ach., est nouveau. Le *Pertusaria* créé par M. Hulting ne se trouve pas dans cette liste. Les *Cladonia* ont 28 espèces et de nombreuses formes; les *Gyrophora* qui aiment les régions froides, sont également bien représentés avec 13 espèces; les *Rhizocarpon* en ont 10 dont plusieurs ne végètent que dans le Nord et les spores de 6 d'entre elles sont figurées dans la planche. La collection du Labrador comprend 127 espèces dont 3 Champignons; un tiers environ des 124 Lichens véritables ne s'est pas trouvé à Terre-Neuve; il y a 3 espèces et une forme nouvelles déjà publiées par M. Eckfeldt à l'exception du *Lecidea Labradorica* Arn. La flore du Labrador, comme celle de Terre-Neuve, se compose d'espèces ou tout à fait arctiques ou végétant dans les montagnes et même dans les plaines de l'Europe. Il faut remarquer que parmi les premières, c'est-à-dire parmi les espèces arctiques certaines se trouvent dans le Labrador et non à Terre-Neuve, par exemple *Peltigera Icabrosa* Th. Fr., *Pertusaria dactylina* Ach. et *P. subobducens* Nyl., que l'on voit dans l'île de Miquelon. J'ai oublié de signaler une variété nouvelle de l'*Umbilicaria pustulata*, la var. *labradorensis* Hulting, de l'anse au Clair dans le Labrador (M. Hulting écrit partout l'ause pour l'anse).

---

(1) S. Deichmann Branth : *Lichener fra Scoresby Sund og Hold with Hope* (Extr. du Meddelelser om Gronlands. 1894) ; br. in-8° de 21 pages.

(2) O. Darbishire : *Flechten aus dem Umanakdistrikt*, Kiel. 1897 : br. in-4° de 7 pages avec 2 figures dans le texte.

(3) J. Hulting : *Beiträge zur Flechtenflora Nordamericas* (Extr. de l'Hedwigia, 1896) ; br. in-8° de 8 pages.

(4) *Bulletin of the Torrey botanical Club*, 1895.

(5) F. Arnold : *Lichenologische Fragmente* : 35, *Neufundland* (Extr. de l'Œsterriche botanical Zeitschrift, 1896) : br. in-8° de 39 pages avec 1 planche.

(6) F. Arnold : *Labrador*, München. 1896, br. in-8° de 18 pages.

M. E. Willey, le savant monographe des *Arthonia*, a publié une petite Notice (1) sur les *Parmelia* de l'Amérique du Nord, qui sont au nombre de 27, avec une espèce nouvelle, *P. hypotropoides* Nyl.; les renseignements donnés par cet auteur laissent parfois un peu à désirer sous le rapport de l'exactitude. Il dit, par exemple, que la médulle du *P. perlata* est insensible à l'action de la potasse, quand ce réactif la fait jaunir; que celle de la var. *olivetorum* Ach. rougit en employant également la potasse, tandis que ce réactif n'a pas d'action sur elle et que c'est le chlorure de chaux qui la fait rougir. De l'État du Colorado, M. Penard a envoyé, en 1892. à M. Muller (1), une collection de 28 espèces, dont une nouvelle, le *Rinodina Penardiana*. Les Lichens (2) des montagnes Noires, dans le sud du Dakota, déterminés par M. Williams, l'auteur d'une étude sur le rare *Parmelia molliuscula* Ach. sont la réunion de trois collections, l'une faite par M. Bessey près de Custer City, l'autre par l'auteur lui-même, la même année, dans les environs de Rapid City et la troisième par M. Rydberg, en 1892, dans la même région que la première. Ces espèces, au nombre de 83, saxicoles pour plus de la moitié, indiquent la flore subalpine des régions tempérées. Une seule espèce, si elle est bien déterminée, appartient aux terres froides, le *Lecanora oreina* Ach., mais il est facile de le confondre avec le *Lecanora Mougeotioides* Nyl., qui végète en France. La Flore des Lichens des environs de Chicago, déterminés par M. Calkins avec l'aide de M. Nylander (3), est encore moins montagnarde; elle est à peu près celle de la Normandie, sauf quelques espèces propres à l'Amérique. Elle renferme 125 espèces ou variétés toutes brièvement décrites, même celles qui sont nouvelles, *Lecanora perproxima* Nyl. déjà cité et *Verrucaria prospersella* Nyl. Il me paraît que c'est un peu court pour faire reconnaître une espèce nouvelle de dire seulement qu'elle se place près d'une certaine espèce, qu'elle a le faciès d'une autre espèce et d'en donner la mesure des spores. Dans ce Catalogue se trouve le *Parmelia cetrata* Ach. que M. Willey regarde comme douteux pour l'Amérique septentrionale. Le même M. Calkins (4) a fait déterminer également par M. Nylander quatre Lichens de l'ouest de la Virginie regardés comme nouveaux par ce savant, un *Lecanora*, un *Artonia* et deux *Lecidea*, dont l'un est parasite du thalle d'une espèce foliacée. Le regretté M. Stizenberger (5) a publié l'année de sa mort une liste de 35 espèces de Lichens récoltés par M. Reuleaux dans l'Alaska et en Californie, participant par conséquent à la flore arctique et à celle des régions tempérées. Cette liste, quoique courte, est importante parce qu'elle fait connaître 6 espèces qui ne se trouvent pas dans le *Synopsis* de Tuckermann (6); *Ramalina pollinariella* Nyl., des régions arctiques, *Physcia*

---

(1) B. Willey : *Notes on some North American species of Parmelia* (Extr. du Botanical Gazette, 1896) ; br. in-8° de 4 pages.

---

(1) J. Müller : *An enumeration of the plants collected by E. Penard in Colorado during the Summer of*. 1892 (Extr. du Bulletin de l'Herbier Boissier, 1895) ; br. in-8° de 3 pages.

(2) Th. Williams : *Lichens of the Black hills and their distribution* (Extr. du Bulletin of the Torrey botanical Club, 1893) ; br. in-8° de 7 pages.

(3) W. Calkins : *The Lichen-Flora of Chicago and vicinity* (Extr. du Bulletin of the geological and natural history Survey, Chicago, 1896) ; br. in-8° de 58 pages.

(4) *New west Virginia Lichens* (Extr. du Botanical Gazette, 1896) ; in-8, 2 pages.

(5) E. Stizenberger : *Notes on Western Lichens* (Extr. de l'Erythea, February, 1895) ; in-8 de 3 pages.

(6) E. Tuckerman : *A Synopsis of the North-American Lichens*.

lychnœa Nyl., *Lecanora cerinella* Nyl., *L. hypopoptoides* Nyl., *Lecida meiocarpa* Nyl. et *Opegrapha atrorimalis* Nyl., de l'Europe. Ce court Mémoire a eu deux éditions, et la seconde (1), faite trois jours après le décès de M. Stizenberger, contient en plus des 35 Lichens dont il vient d'être question un *Alectoria* nouveau, l'*A. pacifica*, récolté par le docteur Palmer dans la petite île de la Guadaloupe, sur les côtes de la Californie.

Avec M. Müller nous pénétrons dans la végétation, sinon tropicale, du moins des régions chaudes, son opuscule sur les Graphidées récoltées par M. Eckfeldt (2) dans la Louisiane et la Floride offre, en fait de nouveautés, 3 *Opegrapha*, 2 *Melaspilea*, 3 *Graphis* et 2 *Arthonia*. Un naturaliste du Muséum de Paris, M. Diguet (3) a récolté dans le fond du golfe de Californie, 27 Lichens dont 16 sont communs à l'Europe. On est assez étonné d'y rencontrer le *Ramalina crispatula* Despr. que l'on n'avait encore vu qu'en Égypte, dans les déserts de Tunis et en Arabie. Quant au *Roccella* que j'avais placé avec doute sous le nom de *R. fuciformis*, M. Darbishire m'a fait remarquer qu'il appartient au *R. peruensis*. L'énumération par M. Eckfeldt des 40 Lichens ramassés par M. Palmer en Californie et au Mexique (4) semble dénoter, à la manière dont certains noms sont orthographiés, un écrivain peu familiarisé avec la lichenologie; ils sont tous, à l'exception de 6, fruticuleux ou foliacés. Ceux de M. Bessey, professeur à l'Université de Nebraska (5), appartiennent complètement à ces deux dernières catégories. Ils ont été récoltés sur le mont Orizaba, dans le Mexique, par MM. Smith et Bruner et sont au nombre de 68, tant espèces que variétés, et la moitié presque de ce total se trouve en Europe. Un autre Mémoire relatif aux Lichens du Mexique, est celui de M. Müller (6) sur les espèces récoltées par M. Eckeldt, qui sont au nombre de 29. Le total, dans l'ouvrage, est de 40, mais les 11 autres proviennent de pays très éloignés les uns des autres, de l'Amérique du Nord, de la Patagonie, des îles Sandwich, etc. Les espèces nouvelles dépassent le quart de l'ensemble; dix d'entre elles appartiennent au Mexique, la onzième, *Medusulina texana*, est du Texas. Parmi les nouveautés mexicaines, on en remarque une, le *Tylophorum Eckfeldtii*, qui appartient à un genre qui n'a que 5 espèces, en comptant celle-ci. Les autres habitent Costa-Rica, la Nouvelle-Grenade ou Colombie, l'Australie et la Nouvelle-Calédonie. C'est à peu près dans le même temps que le *T. moderatum* Nyl., de la Colombie et le *T. triloculare* Müll. Arg., de l'Australie, ont été observés en Afrique, dans l'Usambarau (1). Ce petit genre se place dans la série des *Epiconiodei*, c'est-à-dire près des Caliciées.

---

(1) E. Stizenberger : *A list of Lichens collected by M. R. Reuleaux in the western parts of north America* (Extr. des Proc. Cal. Acad. Sci. 30 Augusti 1895) br. in-8° de 4 pages.

(2) J. Müller : *Graphidea Eckfeldtian in Lousiana et Florida lecta additis observationibus in Graphideas Calkinsianas ejusdem regionis* (Extr. du Bulletin de l'Herbier Boissier, 1895) ; br. in-8° de 10 pages.

(3) Abbé Hue : *Lichens de Californie récoltés par M. Diguet* (Extr. du Journal de Botanique, 1895) ; br. in-8° de 5 pages.

(4) W. Eckfeldt : *Lis of Lichens from California and Mexico collected by Dr E. Palmer from* 1888 to 1892 (Extr. des Contributions from the N. S. national Herbarium, Washington, 1893) ; in-8°. 2 pages.

(5) E. Bessey : *Notes on Mexican Lichens* (Extr. de l'American Naturalist, 1895) ; br. in-8° de 6 pages.

(6) J. Müller : *Lichens Eckfeldtiani a cl. J. W. Eckfeldt Philadelphiensi, prosertim in Mexico lecti* (Extr. du Bulletin de l'Herbier Boissier, 1895) : br in-8° de 5 pages.

Avant de quitter le territoire de l'Amérique septentrionale pour visiter les îles des Antilles nous avons à signaler quelques espèces nouvelles de M. Müller (2) appartenant aux contrées que nous venons de citer, États-Unis, Louisiane, Californie et Mexique. Ces Lichens lui ont été envoyés par M. Eckfeldt, et parmi ceux que ce botaniste avait d'abord soumis à M. Nylander, M. Müller a fait plusieurs changements de genres, tout en conservant les noms spécifiques. Les nouveautés sont des Lécidées, des Graphidées et des Verrucariées, avec 3 espèces pour chacune de ces tribus; il y a de plus un *Parmeliella*.

---

(1) J. Müller: *Lichenes usambareuses*, 1894.

(2) J. Müller; *Lichenes exotici*, III et IV (Extr. de l'Hedwigia, 1895); 2 br. in-8° de 11 et 7 pages.

(A suivre). Abbé Hue.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

A. Engler : *Syllabus der Pflanzenfamilien. Eine Uebersicht über das gesammte Pflanzensystem mit Berücksichtigung der Medicinal-und Nutzpflanzen zum Gebrauch bei Vorlesungen und Studien über specielle und medicinisch-pharmaceutische Botanik* (Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1898).

Palladine : *Anatomie végétale*, 2^e édition (Varsovie, 1898, en langue russe).

— *Recherches sur synthèse des matières protéiques dans les plantes* (Kharkow, 1898, en langue russe).

Saint-Lager : *Notice sur Alexis Jordan*. Paris, J. B. Baillière et fils, 1898.

Zeiller : *Contribution à l'étude de la flore pteridologique des schistes permiens de Lodève* (Bull du Muséum de Marseille, Tom. I, fasc. 2, 1898).

Wainio : *Monographia Cladoniarum universalis* (Acta societatis pro fauna et flora fennica, XIV, n° 1, 1897).

H. de Vries : *L'Unité dans la variation. Considérations sur l'hérédité* (Bruxelles, 1898).

H. Thompson : *A revision of the American Lemnaceae occurring North of Mexico* (Missouri Botanical Garden, Saint-Louis, 1898.

Glatfelter : *Notes on Salix longipes Shuttlw. and its relations to S. nigra Marsh* (Ibid.).

Irish : *A revision of the genus Capsicum with especial reference to Garden varieties* (Ibid.).

A. S. Hitchcock : *List of Cryptogams collected in the Bahamas, Jamaica and Grand Cayman* (Ibid.).

Tognini : *Contribuzione allo studio della organogenia comparata degli stomi*, con 3 tav. litografate (Atti dell' Instituto botanico dell' Universita di Pavia, II^e série, vol. IV, Milan, 1897).

Montemartini : *Contributo alla ficologia insubrica* (Ibid.).

Cavara : *Contributo alla morfologia ed allo sviluppo degli idioblasti delle Camelliee*, con 2 tav. litografate (Ibid.).

Farneti : *Briologia insubrica, prima contribuzione. Muschi della provincia di Brescia* (Ibid.).

Briosi : *La infezione peronosporica nell'anno 1895*. Relazione a S. E. il Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio (Ibid.).

— *Esperienze per combattere la peronospora della vite coll'acetato di rame eseguite nel 1895*. Relazione a S. E. il Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio (Ibid.).

Briosi et Tognini : *Interno alla anatomia della canapa* (*Canabis sativa L.*). *Parte seconda. Organi vegetativi*, con 26 tav. litografate (Ibid.).

Montemartini : *Contributio allo ficologia insubrica* (Ibid).

— *Intorno alla anatomia e fisiologia del tessuto assimilatore delle piante*, con una tav. litografata (Ibid.).

— *Contribuzione allo studio del passaggio dalla radice al fusto* (Ibid. Nuova série, vol. VI).

— *Sopra la struttura del sistema assimilatore nel fusto del Polygonum Sieboldii* (Malpighia, XII, 1898).

Trabut : *Précis de botanique médicale*. Deuxième édition entièrement refondue, 740 pages et 954 figures (Paris, Masson, 1898).

Gerassimoff : *Ueber die Copulation der zweikernigen Zellen bei Spirogyra* (Moscou, 1898).

E. G. Camus : *Statistique sommaire des faits d'hybridité constatés dans l'étendue de la flore européenne* (Paris, Imprimerie Nationale, décembre 1897).

Macchiati : *Sui pretesi Granuli d'Amido incapsulati dei Tegumenti Seminali della Vicia narbonensis. Terza replica (ottava nota critica) alle riposte del Prof. L. Buscalioni* (Modène, 1898).

Massart : *La cicatrisation chez les végétaux* (Bruxelles, 1898).

Gallardo : *Algunos casos de teralologia vegetal, fasciacion, proliferacion y sinantia* (Annales del Museo nacional de Buenos-Aires, t. VI, 1898).

E. von Brücke et Fischer : *Pflanzenphysiologische abhandlungen. I. Bluten des Rebstokes ; II. Bewegungen der Mimosa pudica ; III. Elementarorganismen ; IV. Brennhaare von Uurtica* (Leipzig, Engelmann, 1898).

Benecke : *Ueber Culturbedingungen einiger Algen* (Botanische Zeitung, Helft V, 1898).

M. Bouin : *Contribution à l'étude du noyau des levures* (Archives d'anatomie microscopique, t. I, fasc. IV, 1898).

Robinson : *Revision of the North American and Mexican species of Mimosa* (Contribution from the Gray Herbarium of Harvard University, New Series, n° XIII, 1898).

Steinbrinck : *Ist die Cohäsion des Schwindenden Füllwassers der dynamischen Zellen die Ursache der Schrumpfungsbewegungen von Antherenklappen, Sporangien und Moosblättern ?* (Berich. der Deutschen Bot. Gesellschaft, Band XVI, 1898).

Vidal : *La course des faisceaux dans le réceptacle floral des Labiées* (Journ. de Botanique, t. XII, 1898).

Pennington : *A Chemico-Physiological Study of Spirogyra nitida* (Publications of the University of Pennsylvania, New Series, n° 2. Contributions from the Botonical Laboratory, vol. I, n° 3).

Cross : *On the Structure and Pollination of the Flowers of Eupatorium ageratoides and Eupatorium cælestinum* (Ibid.).

Schively : *Contributions to the Life-History of Amphicarpa monoica* (Ibid.).

Johnson : *On the Development of the Leaf and Sporocarp in Marsilia quadrifolia* (Annals of Botany, vol. XII, n° XLVI, 1898).

Parkin : *On some points in the Histology of Monocotyledons* (Ibid.).

Magnus : *On Æcidium graveolens Schuttl* (Ibid.).

Biffen : *The Coagulation of Latex* (Ibid.).

Phillips : *The Development of the Cystocarp in Rhodymeniales ; II. Delesseriaceae* (Ibid.).

Worsdell : *The Vascula Structure of the Sporophylls of the Cycadaceae* (Ibid.).

Reid : *Further Contributions to the Geological History of the British Flora* (Ibid.).

Fernald : *Antennaria plantaginea and A. Parlinii* (Asa Gray Bullet., Décembre, 1897).

Burtt-Davy : *Investigations on the native vegetation of Alkali Lands* (University of California Agricultural experiment Station, January, 1898.

Eriksson : *Ueber die Dauer der Keimkraft in den Wintersporen gewisser Rostpilze* (Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infectionskrankheitein, 1898, n° 9.

---

325. — Lille. — Imp. Le Bigot frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Août 1898

N° 116

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 AOUT 1898

I. — DE L'HERMAPHRODISME CHEZ LA MERCURIALE ET LE CHANVRE (avec figures dans le texte), par **M. M. Molliard** 321

II. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville** *(suite)* 335

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1894-1897, par **M. A. M. Hue** *(suite)*. 345

Cette livraison renferme quatorze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

DE L'HERMAPHRODISME

CHEZ LA MERCURIALE ET LE CHANVRE

par M. Marin **MOLLIARD**

Plusieurs plantes dioïques présentent assez souvent des exemplaires monoïques et, plus rarement, on observe dans une même fleur les organes des deux sexes ; ce dernier cas est particulièrement intéressant, et cela à plusieurs points de vue ; car il y a lieu de se demander de quelle manière apparait cet hermaphrodisme accidentel ; est-il une modification de la fleur mâle ou de la fleur femelle par l'adjonction d'un cycle qui faisait normalement défaut, et dans ce cas est-il de formation nouvelle ou a-t-on affaire à la réapparition d'un cycle avorté, en d'autres termes la fleur normale est-elle unisexuée fondamentalement ou par avortement ? Ou bien les organes du nouveau sexe qui font leur apparition proviennent-ils de la transformation des organes correspondant au premier sexe.

En dehors de ce point de vue purement morphologique, se pose la question de savoir dans quelles conditions s'effectue cette apparition d'un nouveau sexe dans une fleur primitivement unisexuée. Le but de cet article est de faire connaître le résultat de mes observations et de mes expériences relatives à la Mercuriale et surtout au Chanvre.

I. — Mercurialis annua

Des modifications des organes sexués ont été souvent observées et brièvement décrites chez cette plante; c'est ainsi que Baillon (1), Masters (2), Hoffmann (3) parlent de pieds mâles de *Mercurialis*

---

(1) Baillon : *Adansonia*, p. 205.

(2) Masters : *Vegetable Teratology*, p. 198.

(3) Hoffmann : *Zur Geschlechtsbestimmung* (Botanische Zeitung, XXIX, 1871 p. 100).

annua portant de fleurs femelles ou des fleurs hermaphrodites; de même des pieds femelles peuvent présenter des fleurs mâles; j'ai retrouvé maints individus mâles de cette espèce présentant des fleurs femelles ou hermaphrodites et dans tous les cas les carpelles m'ont paru provenir de la transformation d'étamines, et cela pour deux raisons.

Dans ces fleurs le nombre des carpelles était très variable, de deux à cinq, souvent trois, tous à ovule bien conformé ou non; or ce nombre n'est qu'exceptionnel dans les fleurs femelles normales; le nombre des étamines était diminué d'autant, et de plus dans ces pieds anormaux j'ai souvent observé des étamines à moitié transformées en carpelles; telle est l'étamine représentée par la figure 56 (B) dont la partie supérieure se termine par un stigmate, et qui porte en dessous de ce stigmate, d'un côté une loge pollinique, de l'autre une lame dont la face ventrale présente de nombreux poils en tout semblables à ceux qui existent à la surface des ovaires normaux; du côté de la loge pollinique on observe quelques poils semblables, ce qui indique un début de transformation de cette partie de l'anthère en lame carpellaire.

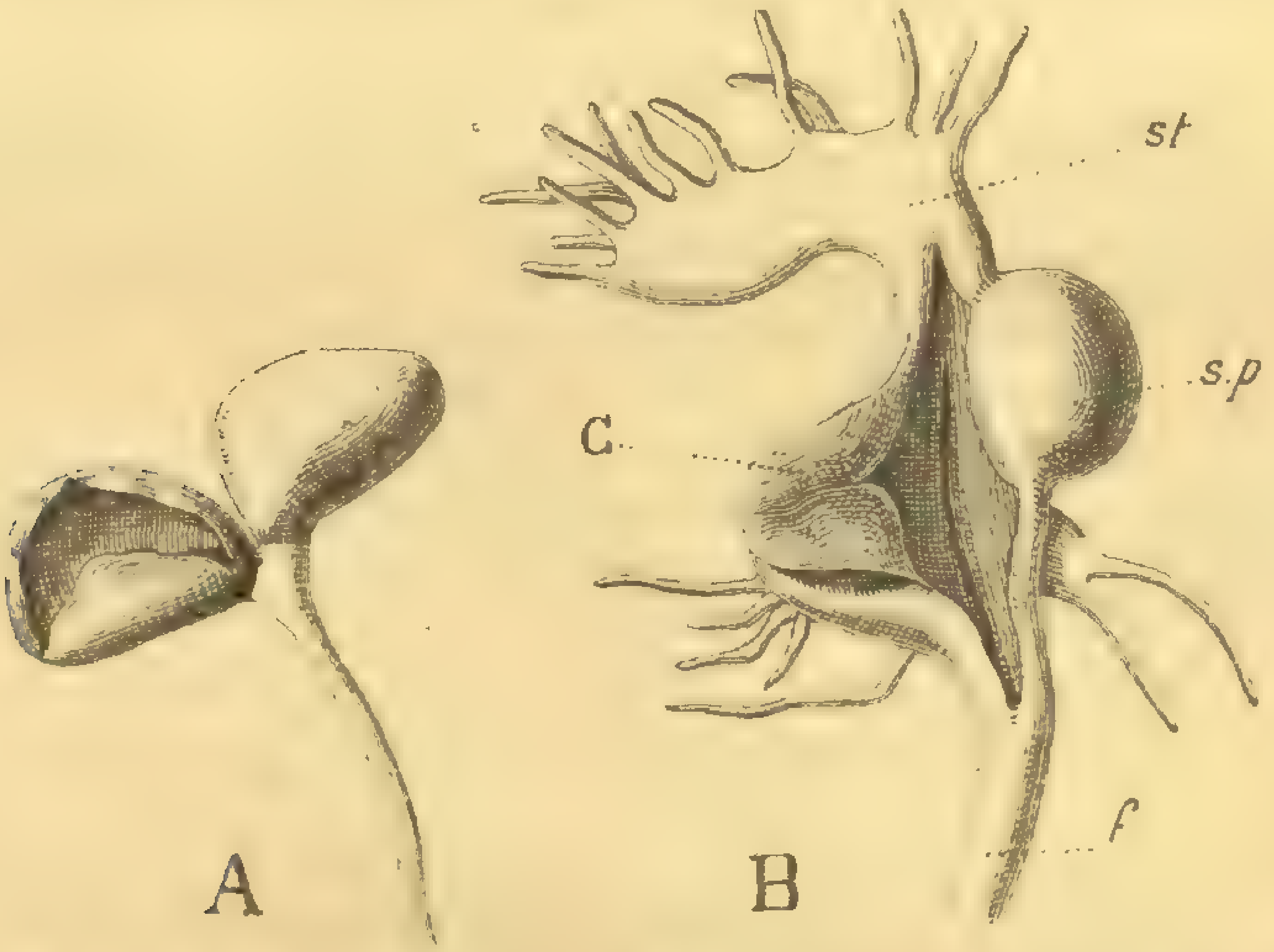


Fig. 55 et 56. — A, Étamine normale de *Mercurialis annua*; B, étamine transformée en partie en carpelle; *s. p.*, sac pollinique; *c*, lame carpellaire; *st*, stigmate. Gr. = 30.

Cette réduction dans le nombre des étamines correspondant aux carpelles présents, et cette transformation partielle des étamines en carpelles nous donnent à penser que c'est bien aux dépens des étamines que se constituent les carpelles dans les fleurs mâles de *Mercurialis annua*.

Nous avons dit que nous avions affaire à des pieds *mâles* portant des fleurs hermaphrodites parce que les fleurs mâles prédominaient ; mais on pourrait objecter que ce sont peut-être des pieds femelles qui se transforment presque entièrement en pieds mâles et présentent comme transition des fleurs hermaphrodites ; les organes qui sont intermédiaires entre les carpelles et les étamines seraient alors des carpelles se transformant en étamines ; ce qui nous empêche de considérer qu'il en est ainsi, est le nombre souvent supérieur à deux des carpelles ; s'il existait une cause physiologique, quelle qu'elle soit d'ailleurs, amenant la transformation des organes sexuels femelles en organes sexuels mâles, on comprendrait mal qu'elle puisse déterminer en même temps l'augmentation du nombre des carpelles.

Il peut arriver aussi que des pieds femelles, c'est-à-dire ne portant presque exclusivement que des fleurs femelles, présentent quelques fleurs hermaphrodites ou mâles ; je n'ai jamais vu dans ce cas le nombre des carpelles augmenter et les étamines paraissent alors provenir de la transformation des staminodes présentées normalement par la fleur femelle.

Les transformations que nous venons d'étudier tendent à nous faire considérer la fleur de Mercuriale comme formée, en ce qui concerne les organes sexuels, par un certain nombre de feuilles florales qui donnent des étamines dans la fleur mâle, deux carpelles et quelques staminodes dans la fleur femelle ; c'est à une conclusion semblable, mais établie d'une manière plus sûre, que nous allons arriver pour le Chanvre.

Nous pourrons de plus établir pour le Chanvre dans quelles conditions peut s'effectuer la transformation des fleurs mâles en fleurs femelles.

II. — CANNABIS SATIVA

Plusieurs auteurs, tels que Braun (1), ont de même signalé la présence de pieds monoïques chez le Chanvre, plus rarement de fleurs hermaphrodites. Gasparrini (1) dit qu'il a pu obtenir des transformations des organes sexuels de cette plante en semant les graines de très bonne heure et il donne un dessin d'une fleur hermaphrodite obtenue dans ces conditions ; nous y reviendrons plus loin.

---

(1) Braun : Bot. Zeitung, XXXI, 1873, p. 267.

J'ai pu, en cultivant le Chanvre dans une serre, obtenir expérimentalement la transformation de fleurs mâles en fleurs femelles, observer toutes les transitions morphologiques entre ces deux extrêmes et par suite en faire une étude beaucoup plus complète que pour la Mercuriale. Dans les conditions de culture auxquelles je fais allusion, et sur le détail desquelles je reviendrai tout à l'heure, les pieds mâles, constitués normalement, n'étaient que l'exception ; presque tous présentaient des fleurs à étamines plus ou moins transformées en carpelles ; étudions-les d'abord en elles-mêmes.

Nous pouvons distinguer dans les modifications subies par les fleurs mâles les degrés suivants :

1° Les fleurs mâles les moins modifiées diffèrent à peine du type normal ; la seule différence consiste en ce que la bractée périgonale entoure plus étroitement la fleur et que les sépales sont moins développés.

2° Une ou plusieurs des étamines se terminent par un filament qui a la constitution des stigmates plumeux normaux, mais ont une anthère encore bien conformée ; les sépales de ces fleurs sont soudés sur une plus ou moins grande hauteur et chacun d'eux devient très mince, membraneux ; ses poils disparaissent de plus en plus ; lorsque la soudure est complète on a un organe rappelant tout à fait le périgone de la fleur femelle, bien qu'il ne soit pas en général aussi étroitement appliqué que ce dernier contre les organes plus internes (Fig. 57 et 58, A et B, et Fig. 63, A).

Quelquefois on observe la concrescence de deux étamines dont les anthères seules deviennent libres dans leur partie supérieure, les sacs polliniques correspondant aux bords voisins se fusionnant également ; il nous sera utile plus tard d'avoir fait remarquer que dans ce cas les deux étamines soudées partent d'une région plus centrale de la fleur que les trois autres étamines que nous supposons rester isolées, et qui s'insèrent assez excentriquement sur le réceptacle.

---

(1) G. Gasparrini : *Ricerche sulla embriogenia della Canape* (Atti d. r. Accad. d. Sc. fis. e math. I, 1862).

3° D'autres fleurs ont toutes leurs étamines soudées bord à bord ; elles se terminent toutes ou presque toutes par un stigmate et peuvent présenter des rudiments de sacs polliniques ou en être totalement dépourvus; nous avons donc à ce degré de transformation des fleurs constituées par une bractée périgonale entourant étroite-

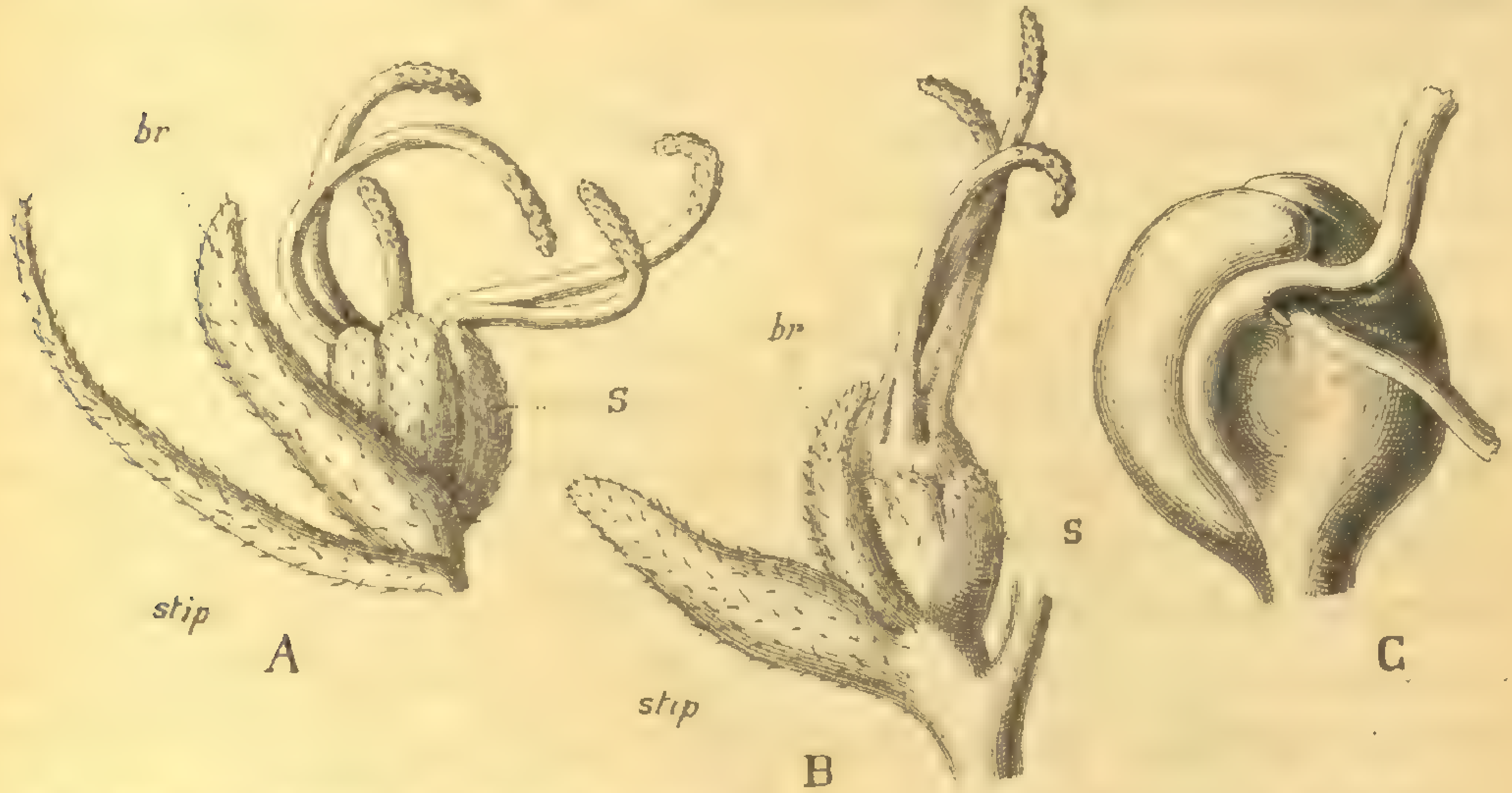


Fig. 57 à 59. — Fleurs mâles de Chanvre présentant des caractères de la fleur femelle : A, toutes les étamines sont terminées par un stigmate : B, la fleur est réduite à trois étamines soudées, transformées en carpelles ; C, une fleur réduite à deux étamines soudées, présentant encore une loge pollinique sur les côtés libres ; *stip*, bractée stipulaire ; *br*, bractée périgonale ; *s*, sépales. Gr. = 30

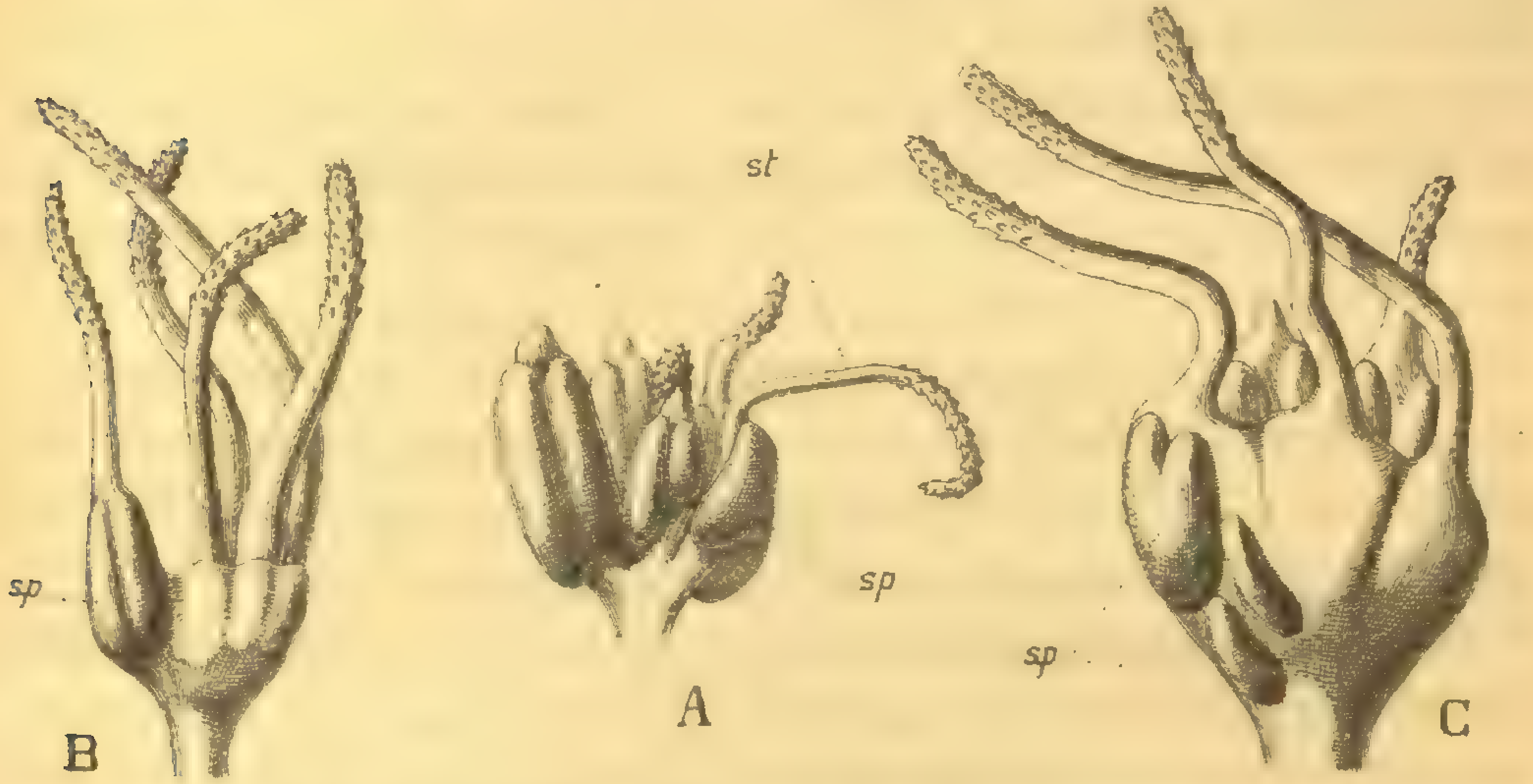


Fig. 60 à 62. — A, B, C, trois fleurs mâles de Chanvre, dont les étamines sont, à des degrés divers, transformées en carpelles; *s. p.*, sacs polliniques. Gr = 18.

ment la fleur, comme cela arrive pour la fleur femelle, un calice transformé en un périgone, et 5 pièces florales, qui manifestement sont des étamines transformées et ont tous les caractères de carpelles constituant un pistil encore ouvert à sa partie supérieure; c'est une fleur femelle présentant le type 5 des fleurs mâles (Fig. 60 à 62, A, B et C).

4° Certaines fleurs nous présentent une transformation semblable de l'androcée en pistil, mais à laquelle ne prennent part qu'un moins grand nombre d'étamines, le plus souvent réduit à deux (Fig. 59, C et fig. 64, B); ces deux étamines deviennent alors plus centrales que les autres, comme les étamines soudées dont je parlais tout à l'heure et constituent un pistil à deux stigmates; on trouve tous les intermédiaires possibles entre les deux étamines libres, à sacs polliniques normaux et le pistil formé de deux carpelles, parfaitement fermé et contenant à son intérieur un ovule, par exemple une des feuilles florales portant des sacs polliniques d'un côté, un ovule de l'autre.

Quel que soit le nombre *n* des feuilles staminales transformées en carpelles, les étamines constituées normalement sont toujours au nombre de 5-*n*, ou du moins ne sont jamais en nombre supérieur, certaines pouvant s'atrophier et laisser seulement des traces plus ou moins apparentes de leur présence.

5° Supposons maintenant que cette atrophie s'étende aux trois étamines qui ne se transforment pas en carpelles et nous serons en présence d'une fleur tout à fait comparable à la fleur femelle normale (Fig. 65, C).

J'ai souvent rencontré parmi ces fleurs dont l'appareil sexuel se réduit à deux feuilles, l'une des feuilles constituée par une étamine ne différant de l'étamine normale que par l'absence de filet et la présence d'un prolongement stigmatique, l'autre ayant la forme d'un carpelle ouvert présentant ou non un ovule. Si on observait isolément ce dernier cas on croirait avoir affaire à des fleurs femelles dont les carpelles deviennent libres et dont l'un prend la structure d'une étamine; mais la série des autres transformations qu'on peut observer sur le même pied, montre que ce sont bien, comme toutes les précédentes, des modifications de fleurs mâles.

Ce n'est qu'exceptionnellement que les ovules apparaissent dans les fleurs où les carpelles restent ouverts; cependant on peut observer sur des fleurs constituées par 5 étamines métamorphosées en carpelles à peine soudés à leur base un ovule occupant le centre du disque formé par la partie concrescente de ces carpelles.

En restant au point de vue purement morphologique ces transformations nous fournissent plusieurs renseignements sur la structure de la fleur du Chanvre. Nous avons vu en effet le calice se réduire de plus en plus à partir de la fleur mâle typique et arriver à prendre la forme du périgone de la fleur femelle; nous sommes donc amenés à regarder ces deux organes comme équivalents.

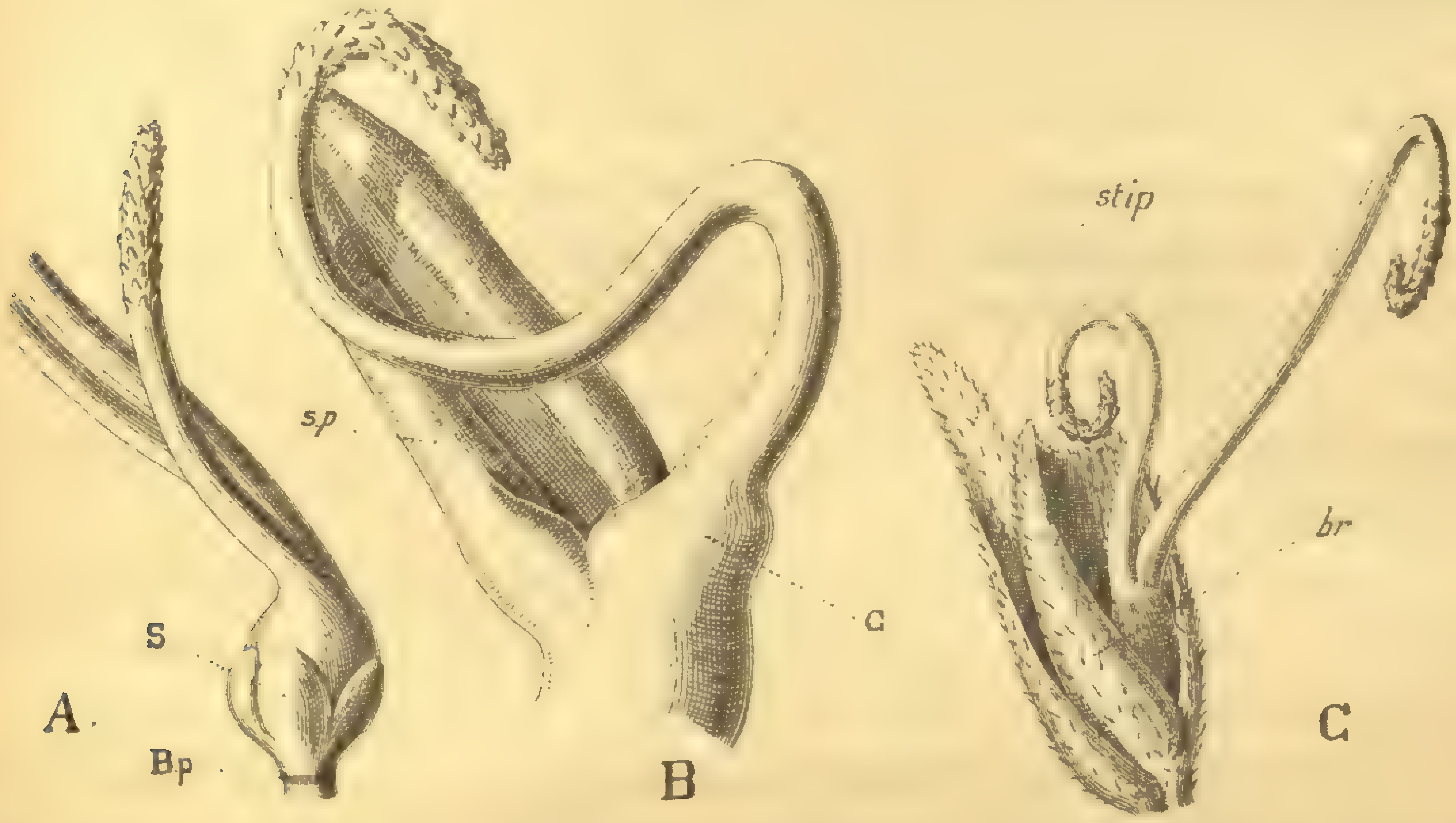


Fig. 63 à 65. — A, B, deux fleurs mâles de Chanvre se rapprochant du type de la fleur femelle, complètement réalisé dans la fleur C : *s*, sépales ; *c*, carpelle ; *s. p.*, sacs polliniques. Gr. = 17 pour les fig. A et C. Gr. = 60 pour la fig. B.

Nous avons de plus assisté au passage graduel de la fleur mâle à la fleur femelle en ce qui concerne les organes sexuels; les 5 étamines se sont transformées en 5 carpelles ou plusieurs se sont atrophiés, se réduisant en fin de compte à deux feuilles carpellaires ; nous n'avons jamais observé d'étamine ou de carpelle isolé se terminant par deux stigmates; il est donc logique de regarder le pistil du Chanvre comme formé par autant de carpelles qu'on y compte de stigmates, c'est-à-dire deux.

Les feuilles carpellaires ne seraient autre chose que deux des cinq feuilles développées sous forme d'étamines dans la fleur mâle, en d'autres termes il n'y aurait qu'un seul cycle de feuilles sexuelles dans la fleur du Chanvre, cette fleur serait unisexuée fondamentalement et non par avortement. Nous arrivons pour le Chanvre à la même conclusion que Seemen (1) pour les fleurs de *Salix* et par des considérations du même ordre.

On trouve souvent à la base de l'ovaire de la fleur femelle normale du Chanvre de petites saillies, pouvant se développer sous forme d'appendices cylindriques et dans lesquelles Briosi et Tognini (2) voient des représentants des étamines atrophiées; ces auteurs ajoutent qu'on ne trouve qu'exceptionnellement 5 de ces saillies et expliquent ce fait par la difficulté qui existe dans l'observation de ces organes souvent très peu développés; cela ne fait que nous confirmer dans nos conclusions; nous n'avons pour notre part, jamais observé plus de 3 de ces émergences; elles correspondent à celles des 5 pièces florales qui ne sont pas développées en carpelles.

La figure par laquelle Gasparrini représente les fleurs hermaphrodites du Chanvre nous montre un axe sur lequel s'insèrent en hélice très allongée 5 étamines, et qui se termine à sa partie supérieure par un pistil; nous n'avons jamais rien observé de semblable; ou cette figure est inexacte ou Gasparrini a eu affaire à un autre phénomène que celui qui nous occupe, tel qu'une prolifération centrale de la fleur.

L'étude anatomique des fleurs mâles plus ou moins profondément transformées de manière à se rapprocher du type de la fleur femelle ne m'ont fourni en plus de ce que nous avons appris par l'étude extérieure, qu'un fait un peu nouveau. Les étamines présentent dans la formation des grains de pollen les phénomènes normaux, qui s'arrêtent le plus souvent à la constitution des cellules mères proprement dites des grains de pollen; dans certains sacs polliniques, surtout dans ceux qui sont le plus réduits, on observe à côté de ces cellules mères, qui présentent une taille normale, une cellule véritablement géante (fig. 66, A, *c. g.*); elle est ordinairement située immédiatement contre l'assise nourricière, ce qui pourrait faire croire qu'elle provient de cette assise et n'est pas homologue à une cellule mère pollinique, mais peut aussi occuper une situation parfaitement centrale dans le sac pollinique et être entourée de toutes parts par des cellules mères à l'une desquelles elle est par conséquent équivalente. Cette cellule devient vacuolaire, son protoplasma moins granuleux et son noyau ne tarde pas à se diviser en deux, chacun des noyaux n_1, n_2, résultant de cette division s'écartant l'un de l'autre, entourés par une partie du protoplasma primitif.

---

(1) O. Seemen : *Abnorme Blutenbildung bei einer Salix fragilis* (Œsterr. bot. Ztg. 1895, n° 78.

(2) Briosi et Tognini : *Intorno alla Anatomia della Canapa. Pars I. Organi sessuali* (Milano, 1894), p. 53.

On ne peut s'empêcher de comparer ces phénomènes à ceux qui se passent dans la formation du sac embryonnaire ; on observe dans les deux cas la même division du noyau et du protoplasma sans formation correspondante de cloison. Nous sommes tentés de plus, par ce que nous avons décrit précédemment, à voir ici la transformation d'une cellule mère pollinique en une cellule mère de sac embryonnaire, la transformation d'un sexe dans l'autre portant alors sur les cellules sexuelles elles-mêmes, sans que l'organe dans lequel elles prennent naissance soit modifié dans sa forme externe ; mais est-ce bien là l'interprétation qu'il faut donner de ce phénomène, ou bien se trouve-t-on simplement en présence d'une dégénérescence particulière des cellules mères des sacs polliniques qui ne sont pas destinées à atteindre dans les plantes examinées leur

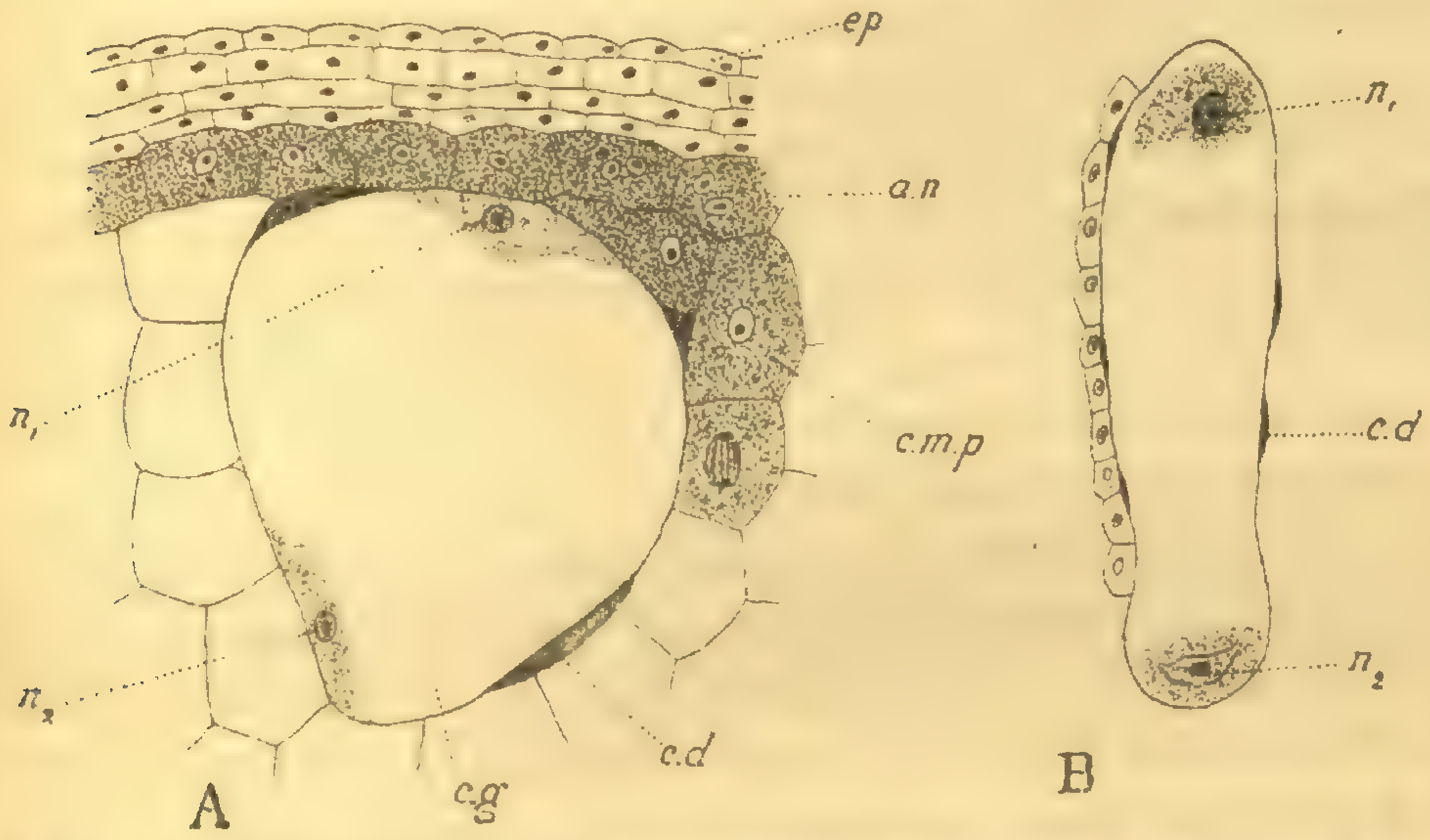


Fig. 66 et 67.— A, portion de sac pollinique ; *ép.*, épiderme ; *a. n.*, assise nourricière ; *c. m. p.*, cellule mère pollinique normale ; *c. g.* cellule mère pollinique géante à deux noyaux n_1 et n_2 ; *c. d.*, cellules mères polliniques bordant la cellule *c. g* ; B, sac embryonnaire correspondant. Gr. = 450.

complet développement ? Pourquoi, si ce sont des cellules mères polliniques évoluant à la manière d'une cellule mère de sac embryonnaire, ne se divisent-elles pas davantage et n'y observe-t-on pas la constitution des huit noyaux caractéristiques des sacs embryonnaires ?

Pour répondre à cette dernière objection, il suffit d'examiner le sac embryonnaire d'un ovule porté par la même plante dans une fleur plus transformée dans le sens femelle ; ce sac embryonnaire a une taille tout à fait comparable à celles des cellules mères polliniques géantes en question et leur développement s'arrête également à la formation de deux cellules rappelant beaucoup celles qui se constituent dans les cellules mères polliniques qui nous occupent.

Quant à l'hypothèse d'une dégénérescence spéciale des cellules mères polliniques, rien ne vient l'appuyer ; lorsque celles-ci ne doivent pas arriver, et c'est ici le cas, à la constitution des grains de pollen, elles meurent sans prendre de caractères particuliers (nous exceptons le cas où les cellules mères polliniques subissent une action parasitaire, auquel cas elles peuvent évoluer en cellules parenchymateuses ou autres, mais alors sans se diviser préalablement) et c'est ce que font ici même toutes les autres cellules mères.

Nous avons donc, pour regarder ces cellules comme étant des cellules mères polliniques se transformant en cellule mère de sac embryonnaire, les raisons suivantes : elles ont des dimensions comparables à celles des cellules mères de sac embryonnaire normales, elles subissent une division tout à fait semblable, qui, dans les deux cas, n'est pas suivie d'une nouvelle division, et enfin on observe autour de ces cellules mères polliniques géantes des cellules également homologues des cellules mères polliniques, qui restent accolées contre elles, sont visiblement digérées par elles et sont tout à fait semblables à celles qu'on trouve autour du sac embryonnaire (Fig. 66, *c. d.*).

Nous avons donc jusqu'à présent toute raison de croire que la transformation d'un sexe dans l'autre peut s'observer en ce qui concerne les cellules sexuelles seules, indépendamment des organes dans lesquelles elles se forment ; on n'a jamais signalé de semblables transformations d'une cellule mère pollinique en cellule mère de sac embryonnaire, mais on connaît plusieurs cas de la transformation inverse chez les Phanérogames; j'ai en particulier étudié chez le *Petunia hybrida* le développement des grains de pollen à l'intérieur du sac embryonnaire (1); il n'est pas plus étonnant d'assister à la transformation inverse.

Toutes les modifications que nous venons signaler n'ont pas seulement de l'intérêt au point de vue de la morphologie de la fleur de Chanvre, mais elles viennent s'ajouter au peu que nous savons sur la détermination du sexe chez les plantes dioïques. Il résulte, ainsi que l'indiquent Briosi et Tognini dans leur important travail sur le Chanvre (2), des nombreuses statistiques établies sur des champs de cette plante, que le rapport des pieds femelles aux pieds mâles est très sensiblement constant; on compte en moyenne 112 pieds femelles pour 100 pieds mâles, et cette proportion varie très peu pour des cultures de cette plante effectuées dans des conditions variées de terrain, d'humidité, de chaleur ; les variations naturelles de milieu semblent donc ne pas avoir d'action sur la détermination de sexe d'une graine donnée, ou si cette action existe elle se traduit par des variations dans le rapport des individus femelles aux individus mâles, que ne permettent pas de mettre en évidence les erreurs de statistique ; aussi considère-t-on que le sexe du Chanvre, plus généralement d'une plante dioïque, est établi d'une manière définitive une fois la graine constituée.

Nous avons vu que si, au lieu de cultiver le Chanvre dans des conditions ordinaires, on en sème les graines dans une serre, presque tous les pieds mâles offrent dans leurs fleurs des modifications qui amènent la réalisation plus ou moins complète d'une fleur femelle; nous observons sur un pied donné la transformation d'un sexe dans l'autre ; mais ces pieds sont toujours des pieds mâles par l'ensemble de leurs fleurs, et les modifications qui nous occupent seraient moins importantes si, parmi les individus que nous avons ainsi cultivés, nous obtenions toujours la même proportion (112 à 100) entre les pieds femelles et ces pieds mâles à fleurs plus ou moins transformées. Or il en est loin d'être ainsi : les pieds femelles ont toujours été dans mes expériences, en beaucoup plus grande proportion que dans les conditions normales.

---

(1) M. Molliard : *Développement de grains de pollen dans l'ovule du Petunia hybrida* (Rev. Gén. de Bot., VIII, 1896, p. 49).

(2) Briosi e Tognini : *L. c.* p. 105.

Première expérience. — Sur 160 graines mises à germer, 147 se sont développées, 119 ont donné naissance à des individus à fleurs femelles toutes bien instituées et les 28 autres à des pieds mâles, et la plupart de ces individus, 21, présentaient de nombreuses fleurs plus ou moins transformées en fleurs femelles, souvent complètement ; on compte donc ici 425 individus femelles pour 100 individus mâles. Admettons que les 13 graines qui n'ont pas germé aient donné naissance à des pieds mâles, nous aurions encore 290 pieds femelles pour 100 pieds mâles ; or, dans des centaines de statistiques de même ordre, c'est-à-dire portant sur des nombres de pieds comparables à ceux dont il vient d'être question, et concernant des cultures faites dans des conditions normales, j'ai toujours trouvé pour 100 individus mâles de 72 à 164 pieds femelles.

2e expérience. — 200 graines ont été mises à germer ; sur les 172 qui se sont développées jusqu'à fleur (18 n'ont pas germé, 10 n'ont pas fleuri) 148 ont donné des pieds femelles, 24 des pieds mâles, dont aucun n'était exempt des transformations que nous avons décrites et dont plusieurs n'ont été comptés comme mâles qu'à cause de la présence de une ou deux fleurs présentant des étamines ; la proportion est ici, en ne tenant compte que des pieds qui ont fleuri, de 616 femelles pour 100 mâles, et si on suppose que toutes les autres graines se soient développées en pieds mâles, de 284 femelles pour 100 mâles.

Il est très important de tenir compte ici des graines qui n'ont pas germé et de celles qui ont donné naissance à des individus qui ne sont pas arrivés à floraison, car on peut objecter aux expériences de cette nature, où on ne prend pas cette précaution, qu'on mesure l'influence comparée des conditions auxquelles les plantes sont soumises sur les individus de chacun des sexes ; tel facteur pourrait augmenter la proportion des individus femelles par exemple, en empêchant dans une certaine mesure le développement des individus mâles.

Je viens de rapporter deux des expériences les plus probantes, mais j'en ai effectué beaucoup d'autres qui m'ont toujours donné des résultats dans le même sens, et je suis amené par elles à conclure que, parmi les individus femelles de ces expériences, s'en trouvent provenant de graines qui, dans des conditions normales de culture.

auraient donné naissance à des pieds mâles. Nous avons d'ailleurs compté comme mâle tout pied qui présentait une seule fleur avec la moindre trace d'étamine, pied qui est en somme beaucoup plutôt femelle que mâle puisqu'il pourrait avoir toutes ses fleurs femelles à l'exception d'une seule ; que cette fleur vienne à disparaître et le pied est devenu uniquement femelle et compté comme tel ; les statistiques établies ne font donc que nous confirmer dans la possibilité de la transformation d'un sexe dans l'autre, à laquelle nous a déjà fait assister le seul examen morphologique ; elle est ici établie, soit que nous tenions compte de l'ensemble des graines semées, soit que nous considérions isolément les pieds mâles.

Il nous reste à rechercher quel est le facteur qui agit dans ce cas ; nous avons dit que les semis avaient été effectués dans une serre ; les pieds qui se sont développés dans ces conditions restaient très petits ; leur taille maxima, rarement atteinte, était d'environ 35 cm., leur taille moyenne de 20 cm.; ils étaient peu ou pas ramifiés et ne tardaient pas à mourir après avoir donné naissance à quelques fleurs qui restaient toujours plus petites que les fleurs normales et n'atteignaient jamais, comme nous l'avons déjà vu, leur entier développement; les grains de pollen, par exemple, n'arrivaient jamais à leur parfaite constitution ; les conditions qui ont déterminé la transformation du sexe mâle en sexe femelle étaient donc très mauvaises pour l'ensemble de la plante; or la théorie qui a cours actuellement relativement à la détermination des sexes considère une nutrition abondante comme favorisant la production des individus femelles; en admettant que cette règle soit généralement exacte, elle souffre ici du moins une exception des plus nettes : la transformation plus ou moins complète des étamines en carpelles accompagne ici un très faible développement de l'appareil végétatif.

J'ai cherché à isoler parmi les différents facteurs constituant le milieu dans lequel se sont développés les pieds de Chanvre que nous venons d'étudier celui qui agissait d'une manière exclusive ou prépondérante; par des expériences comparées j'ai pu montrer que la nature chimique du terreau dans lequel ont été faits les semis, que l'humidité du sol, non plus que celle de l'atmosphère, que la température n'intervenaient pas, mais que ces transformations étaient dues à la faible intensité de la lumière que recevaient les plantes en expérience; Gasparrini attribuait la transformation analogue qu'il a décrite chez le Chanvre à la précocité des semis; or, j'ai obtenu les mêmes résultats en semant les graines d'un même lot au mois de mars, au mois de septembre ou à quelque autre époque intermédiaire. L'intensité des transformations varie en même temps que l'intensité de l'ombre, et des semis effectués à une intensité lumineuse normale, toutes les autres conditions restant comparables, n'ont produit que des pieds parfaitement normaux.

En résumé, cette étude des transformations des fleurs mâles chez le Chanvre nous a conduits aux conclusions suivantes :

A. Conclusions d'ordre morphologique :

1° *Le périgone de la fleur femelle du Chanvre est homologue du calice de la fleur mâle.*

2° *La fleur du Chanvre est unisexuée fondamentalement.*

3° *Le pistil de cette plante est formé de deux carpelles.*

4° *Des cellules mères polliniques peuvent se développer à la façon de cellules mères de sac embryonnaire.*

B. Conclusions d'ordre physiologique :

5° *Le sexe n'est pas absolument déterminé dans la graine du Chanvre et des conditions anormales peuvent le modifier.*

6° *Nous observons une transformation des pieds mâles en pieds femelles dans des conditions très défavorables au développement de l'appareil végétatif.*

7° *Cette transformation est due à une faible intensité lumineuse* (1).

---

(1) Travail du Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences, dirigé par M. G. Bonnier.

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX

SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par Ch. **DASSONVILLE** *(Suite)*

II. CHANVRE.

Avant d'exposer en détails, comme je viens de le faire pour le Sarrasin, mes expériences sur le Chanvre, je tiens à faire remarquer que, dans quelques carrés, le nombre des plantes qui a poussé a été très faible. Ces carrés n'entrent pas en ligne de compte dans l'étude qui suit.

1° Aspect extérieur des récoltes.

L'examen des plantes à l'état vert a été fait le 17 juin et le 11 août.

17 juin. Les dimensions moyennes des tiges dans chaque carré sont représentées fig. 9.

D'après cette figure, les résultats suivants sont faciles à voir :

1° L'azotate de potasse et le phosphate de potasse ont une influence très avantageuse sur la végétation. Il y a un optimum au carré n° 2 pour ce dernier sel.

2° Le chlorure de potassium et l'azotate de soude sont favorables aussi ; mais l'effet est déjà moindre que pour les sels précédents. Tous les deux présentent une dose optima.

3° Le chlorure de sodium s'est montré utile à la plus faible dose. A toutes les autres doses il a été nuisible, et cela d'autant plus qu'il était plus concentré.

4° Le sulfate de chaux et le sulfate de magnésie n'ont eu d'effet appréciable qu'à la dose maxima.

5° Le phosphate de fer s'est montré légèrement préjudiciable d'une façon uniforme.

Je n'ai représenté ni l'oxalate de potasse, ni le nitrate d'ammoniaque parce que les cultures de ces deux sels contenaient, dans chaque carré, des plantes de dimensions très inégales et que, par suite, la moyenne, difficile à évaluer avec précision, n'avait aucune signification.

11 août. A cette époque, les dimensions de quelques tiges obtenues avec l'*oxalate de potasse* sont deux fois plus grandes que dans les autres milieux ; mais, pour les raisons que j'ai données précédemment, il est impossible de tirer une conclusion de cet avantage. Peut-être ce sel exerce-t-il une action très défavorable à la germination ?

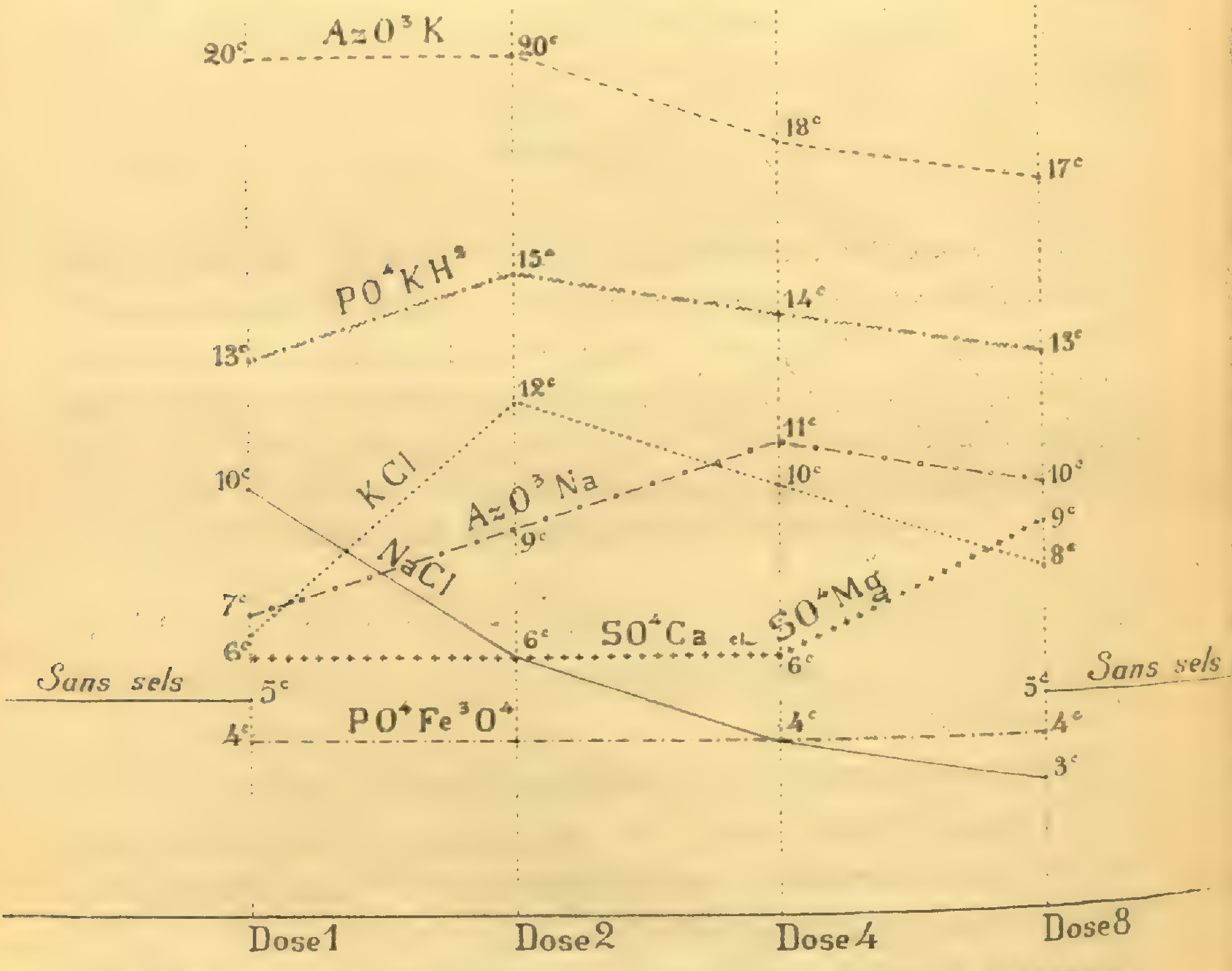


Fig. 68. — Courbe montrant les dimensions moyennes des tiges de Chanvre suivant leur culture dans différents sels.

Les autres cultures ont paru pouvoir être classées ainsi, d'après les dimensions moyennes des plantes :

1° *Azotate de potasse.* 2° *Phosphate de potasse.* 3° *Azotate d'ammo-*

niaque. 4° et 5° *Sulfate de chaux et chlorure de potassium.* 6° *Sulfate de magnésie.* 7° *Phosphate de fer.*

8° Culture sans sels.

9° *Azotate de soude.* 10° *Chlorure de sodium.*

Les effets observés, d'après les diverses doses, peuvent être exprimés de la façon suivante :

1° *Sels donnant un développement croissant en raison directe des doses :*

Azotate de potasse. Phosphate de potasse. Azotate d'ammoniaque. Sulfate de chaux.

2° *Sels ayant un optimum.*

Sulfate de magnésie (carré n° 2).

Chlorure de potassium (carré n° 2).

3° *Sels nuisibles à la végétation en raison directe de leurs doses.*

Azotate de soude.

Chlorure de sodium.

4° *Sels sans effet appréciable.*

Phosphate de fer.

2° Poids sec.

C'est surtout pour le Chanvre qu'il y a lieu de comparer le poids sec à la quantité de sel puisé par la plante et non pas au degré de salure du terrain. On voit, en effet, dans le tableau qui suit, que, souvent, cette quantité n'a aucun rapport avec le degré de concentration du sel, en raison de la variabilité du nombre des plantes développées dans les cultures.

Il est à remarquer, d'autre part, que les poids de substance sèche relevés sont, en général, en relation assez évidente avec les quantités de sel mis à la disposition de chaque plante ; tandis qu'au contraire, ces poids n'ont le plus souvent aucun rapport avec le degré de salure. Cela tend à démontrer que le résultat de la comparaison du poids sec à la quantité de sel que la plante a pu prendre doit se rapprocher assez exactement de la vérité.

La dessiccation a été plus difficile pour le Chanvre que pour le Sarrasin : il a été impossible d'obtenir un état de division aussi complet, car les fibres du Chanvre résistent au triturage. J'ai dû maintenir ces plantes à l'étuve pendant un séjour qui a duré de trois semaines à un mois.

Tableau B. — CHANVRE

NATURE DES SELS	Numéros des carrés	Nombre des plantes	Quantité de sel par plante	POIDS SEC		
				total par récolte	par pied	moyen par culture
			Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Oxalate de potasse	2	15	0.444	112	7.467	12.524
	1	6	0.555	42	7	
	4	11	2.424	95	8.63	
	3	3	4.444	81	27	
				330		
Azotate d'ammoniaque	1	8	0.4165	32.3	4.037	3.896
	2	16	0.4165	56	3.5	
	3	23	1.159	70	3.043	
	4	27	1.975	135.1	5.005	
				293.4		
Azotate de potasse	1	85	0.039	197.5	2.32	2.995
	2	73	0.091	201.5	2.76	
	3	31	0.43	115 1	3.39	
	4	59	0.452	225	3.81	
				739.1		
Sulfate de magnésie	3	30	0.444	39.5	1.647	2.774
	2	7	0.952	30	4.285	
	4	27	0.9935	72	2.666	
	1	2	1.666	5	2.5	
				146.5		
Phosphate de potasse	2	53	0.125	93.1	1.758	2 513
	1	19	0.175	35	1.842	
	3	15	0.922	35	2.333	
	4	23	1.159	95	4.130	
				278.1		
Sulfate de chaux	1	13	0.2945	26.8	2.06	2.484
	4	59	0.4515	116.5	1.976	
	3	15	0.888	51	3.4	
	2	6	1.111	15	2.5	
				209.3		

NATURE DES SELS	Numéros des carrés	Nombre des plantes	Quantité de sel par plante	POIDS NET		
				total par récolte	par pied	moyen par culture
			Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Phosphate de fer.	1	26	0.128	58.1	2.234	2.241
	2	37	0.180	70	1.890	
	3	34	0.392	88.5	2.60	
	4	0	»	»	»	
				216.6		
Chlorure de potassium . .	1	96	0.0345	251.5	2.62	2.211
	2	22	0.303	73.2	3.327	
	3	35	0.381	65	1.859	
	4	50	0.583	52	1.04	
				441.7		
Sans sels	1	73	»	158	2.169	2.099
	2	94	»	190.5	2.03	
Azotate de soude.	1	73	0.0455	156.7	2.147	1.499
	2	87	0.0765	161	1.85	
	3	71	0.1875	100.8	1.42	
	4	36	0.7405	21	0.583	
				439.5		
Chlorure de sodium . . .	1	28	0.119	39	1.393	1.277
	2	51	0.1355	70	1.373	
	3	76	0 1755	85	1.118	
	4	95	0.2855	116.5	1.226	
				310.5		

Dans tous les cas, les résultats ont été seulement considérés comme acquis, lorsque les poids demeuraient invariables après un intervalle de 48 heures à l'étuve.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau des pages 338 et 339 ;

Si, pour les raisons que j'ai exposées, on fait abstraction de l'oxalate de potasse, on voit, dans ce tableau, que la série des sels classés d'après le poids moyen de la substance sèche qu'ils ont donnée, est assez sensiblement la même que pour le Sarrasin.

Elle en diffère par le passage du phosphate de potasse au-dessus du sulfate de chaux et par celui du chlorure de potassium dans la catégorie des sels fertilisants. Il convient de remarquer que, chez le Chanvre, le premier de ces sels ne montre plus d'optimum, mais accuse au contraire un rendement proportionnel à sa dose ; c'est là la réelle différence que ce sel présente dans les deux cultures. Le chlorure de potassium paraît avantageux, quand le sol en renferme une très faible quantité ; il présente une dose optima au-dessus de laquelle il devient nuisible.

SELS DONT LE *DEGRÉ DE CONCENTRATION* A UNE ACTION SUR LE CHANVRE

INVARIABLE		VARIABLE					
Sur l'aspect	Sur le poids sec	Progressive				Avec optimum	
		Réelle		Apparente		Réel	Apparent
		nuisible	utile	nuisible	utile		
$PO^4Fe^2O^3$	$PO^4Fe^2O^3$	Nacl. AzO^3Na	AzO^3K $PO^4Fe^2O^3$ AzO^3AzH^4	Nacl. AzO^3Na	AzO^3K PO^4K^2H AzO^3AzH^4 SO^4Ca	Kcl. SO^4Ca SO^4Mg	Kcl. SO^4Mg

Oxalate de potasse indéterminable dans les conditions de l'expérience.

Les différences que nous venons de signaler pour ces deux sels entre leurs effets sur le Sarrasin et sur le Chanvre sont d'ailleurs peu accentuées.

En comparant les résultats fournis par l'examen des plantes sur pied à ceux du poids sec, on établirait de la même manière que pour le Sarrasin le tableau ci-contre :

Les faits consignés dans ce tableau peuvent s'exprimer ainsi :

L'azotate de potasse, le phosphate de potasse, l'azotate d'ammoniaque, augmentent à la fois les dimensions et le poids sec du Chanvre en raison directe de leur dose.

Le sulfate de magnésie et le chlorure de potassium produisent un effet maximum pour une dose qui est la même, que l'on considère les dimensions des plantes ou les poids secs obtenus.

Le sulfate de chaux augmente progressivement la teneur de la plante en eau ; mais le poids sec passe par un optimum.

Le chlorure de sodium et le nitrate de soude diminuent la teneur en eau et la substance sèche proportionnellement à leur poids.

En rapprochant les résultats généraux des observations recueillies à la première période du développement, on verrait, en outre, que l'*action des sels se traduit par des effets qui varient suivant l'époque de la végétation* :

Le sulfate de magnésie montre son action favorable assez tardivement. L'azotate d'ammoniaque est dans le même cas.

L'azotate de potasse montre surtout son efficacité dans les premiers temps de la végétation.

Le phosphate de fer n'a d'action appréciable que très tard ; encore cette action est-elle faible.

La position des optimums est très variable : Certains disparaissent dans le cours du développement (phosphate de potasse, azotate de soude) ; d'autres apparaissent (sulfate de chaux et de magnésie) ; d'autres, enfin, persistent (chlorure de potasse).

Enfin, en s'appuyant sur des conditions analogues à celles que j'ai exposées pour le Sarrasin, on aboutirait aux conclusions suivantes :

Les sels de potasse augmentent la teneur de la plante en eau.

La soude produit toujours des effets moins avantageux que la potasse.

La chaux et la magnésie ont des effets sensiblement égaux.

L'ordre d'utilité décroissante des acides est le suivant : 1° Acide azotique. 2° Acide phosphorique. 3° Acide chlorhydrique.

Comparaison entre les expériences de la première série (Lupin) et celles de la seconde (Sarrasin et Chanvre).

Les expériences faites sur le Chanvre et le Sarrasin d'une part, sur le Lupin d'autre part, fournissent les résultats concordants qui suivent :

1° Le sulfate de magnésie a exercé, chez toutes ces espèces, une influence très faible au début ; plus tard, il s'est montré très nécessaire.

2° Le phosphate de potasse a toujours favorisé le développement du Chanvre et du Sarrasin. L'étude du Lupin nous a conduit à la même conclusion, puisque nous avons vu que la suppression de ce corps dans la liqueur de Knop donne des plantes de taille très réduite.

Mais, en ce qui concerne l'azotate de potasse, nous constatons un désaccord frappant :

Tandis que ce sel a été très favorable au Chanvre et au Sarrasin, il s'est montré, au contraire, préjudiciable à la culture du Lupin. Nous avons vu, en effet, que le poids sec est relativement faible dans une culture arrosée avec de la solution de Knop privée d'azotate de potasse; qu'il est au contraire relativement élevé lorsque les plantes sont arrosées avec une solution de Knop normale.

Ce désaccord ne peut pas être réel, car on devrait en conclure que les tissus du Lupin se constituent sans sel azoté.

D'où vient donc cette contradiction ?

On sait par les travaux de MM. Hellriegel et Wilfarth, Bréal, Pratzmowski, Beyerinck, Franck, Tacke et surtout ceux de MM. Schloesing fils et Em. Laurent que les tubercules radicaux des Légumineuses jouissent de la propriété de fixer l'azote atmosphérique. Bien plus, les micro-organismes de ces tubercules semblent être les éléments les plus importants de l'alimentation azotée du Lupin, puisqu'ils ont suffi aux besoins de la plante dans les sols pauvres en nitrates.

Or, nous avons constaté que les Lupins cultivés dans un milieu où nous n'avions pas ajouté de nitrate de potasse étaient ceux qui possédaient le plus grand nombre de tubercules.

Il est dès lors vraisemblable, qu'en ajoutant du nitrate de potasse au sol, on entrave le développement des micro-organismes des racines du Lupin qui se trouve ainsi privé de sa principale source d'azote.

La contradiction signalée est donc seulement apparente et l'ensemble de nos expériences permettent de formuler des conclusions d'ensemble.

CONCLUSIONS DES EXPÉRIENCES DE LA DEUXIÈME PARTIE

Dans nos expériences, nous avons observé une augmentation de la teneur en eau, en présence des sels de potasse; la substitution de la soude à la potasse a toujours produit une diminution de récolte ; la chaux et la magnésie se sont montrées sensiblement équivalentes. L'ordre des acides — réserves faites pour l'acide oxalique — a été le même. Les poids moyens de la substance sèche développée sous l'influence des mêmes sels ont subi des variations analogues (exception faite de la substance sèche du Lupin, en présence des nitrates, que nous avons expliquée plus haut). Les mêmes sels ont été fertilisants et leurs effets ont permis de les classer, à très peu de chose près, dans le même ordre. Les mêmes sels se sont montrés nuisibles.

Nous avons vu que, d'une façon générale, les premiers effets d'un sel sur le développement du végétal sont souvent en opposition avec le rendement final et que l'exubérance d'une récolte est souvent due, au moins en partie, à une accumulation d'eau. Or, l'effet produit, dès le début, par l'adjonction d'un engrais chimique et l'estimation sur pied de la récolte sont, dans la pratique agricole, les deux critériums habituels qui font apprécier la valeur d'un engrais. On voit, par suite, quelle grave erreur on est appelé à commettre.

Il y aurait intérêt à reprendre, pour les principales espèces exploitées, des expériences comparatives et à déterminer rigoureusement les variations du poids sec pour chaque sel.

L'analogie d'action des sels suivant leur degré de concentration s'est montrée moins nette ; mais l'imperfection même de la méthode ne nous permet pas d'attribuer les écarts observés à la différence des espèces.

Lorsque nous ajoutons un sel à une terre, nous ne pouvons pas apprécier les modifications que nous faisons subir à cette terre : une certaine quantité de ce sel peut être fixée par les éléments du sol, le reste restant à l'état libre ou disparaissant, entraîné par les eaux. Dès lors, on ne connait pas avec précision le degré de concentration du sel ; et, si l'on veut établir le rapport des variations de la substance sèche avec les doses des sels, il est indispensable de recourir à l'emploi des cultures pures qui permettent d'évaluer le poids sec d'une récolte en fonction de la dose du sel employé.

Seules, les cultures en solutions aqueuses ont toute la rigueur et la précision désirables.

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS

PUBLIÉS EN 1894-1897 *(Suite)*.

Dans la plus orientale des petites Antilles, la Barbade, M. **Müller** décrit dans un autre ouvrage (1) deux espèces nouvelles de *Platygrapha* et d'*Opegrapha* et une de *Graphis* récoltées par Anderson et conservées dans l'herbier de Kew.

La flore lichénique de deux autres de ces îles, la Dominique et Saint-Vincent, a été étudiée par M. Wainio. Les Lichens récoltés par M. Elliott (2) sont au nombre de 152 subdivisés en 119 *Discolichenes*, 31 *Pyrenolichenes* et 2 *Lichenes imperfecti*. Le genre *Lecidea* avec 21 espèces est celui qui en a le plus ; viennent ensuite les *Graphis* et les *Thelotrema* avec 14 et 9 ; la multiplicité des espèces de ces deux genres indique une flore tropicale. Les nouveautés sont très nombreuses dans cet ouvrage et elles dépassent le tiers du total. Dans certains genres, il n'y a qu'une seule espèce et elle est nouvelle, dans d'autres le nombre des nouvelles surpasse de moitié celui des anciennes, ainsi par exemple les *Lecidea* en ont 12 nouvelles sur un total de 21, les *Thelotrema* 6 sur 9, les *Parmelia* 5 sur 8. Il n'y a là rien d'étonnant, car les Lichens de ces deux îles avaient été jusqu'alors fort peu étudiés, et quant aux *Parmelia* c'est un des genres les plus embrouillés ; dans certains herbiers, et même dans celui du Muséum de Paris, on trouve sous un même nom des échantillons qui n'ont entre eux que de vagues ressemblances. M. Müller, en négligeant pour l'étude de ces espèces les réactions et les spermaties, n'a pas peu contribué à rendre les déterminations difficiles ; M. Wainio a commencé à mettre un peu d'ordre dans ce chaos, mais l'œuvre n'est pas encore achevée. Il faut signaler une tribu nouvelle, *Ectolechieæ*, comprenant deux genres, *Arthotheliopsis* et *Ectolechia* ; le premier est nouveau ainsi que l'espèce qui lui est attribuée.

A l'occasion des *Arthonia* récoltés par Wright dans l'île de Cuba,

---

(1) J. Müller : *Thelotremeæ et Graphideæ novæ præsertim ex Herb. reg. Kewensi* (Extr. du Linnean Society's Journal, vol. XXX) ; br. in-8° de 13 pages.

(2) E. Wainio : *Lichenes Antillarum a W. R. Elliott collecti* (Extr. du Journal of Botany, 1895-1896) ; br. in-8° de 38 pages.

M. **Müller** (1) donne un aperçu de la classification qu'il a adoptée pour cet ancien genre. Il en ôte d'abord 25 espèces pour le genre *Allarthonia* (Nyl.) caractérisé par les gonidies du thalle qui sont unicellulaires et globuleuses (dans toutes les autres, elles sont chroolépoïdes). Le genre *Arthothelium* en réclame ensuite 60 dont les spores sont parenchymateuses, et les 250 qui restent sont d'abord séparées en 4 classes *Albæ*. *Coccineæ*, *Fuscæ* et *Nigræ*, puis subdivisées dans chaque section d'après le nombre de cloisons des spores et la grandeur du locule supérieur (*Macrocephales* et *Microcephales*). M. Müller dit avec raison que, ces dispositions étant adoptées, la lumière se fait dans le très remarquable *Synopsis Arthoniæ* de M. Willey (2) lequel manque un peu de clarté dans les grandes divisions, et qu'ainsi l'étude de ce genre difficile est rendue à peu près abordable. Dans l'opuscule de M. Müller 42 espèces des genres *Arthonia* et *Arthothelium* sont énumérées ou décrites et on y trouve les diagnoses de deux des espèces dont le nom seul se trouve chez M. Willey. Ce n'est pas seulement dans le genre *Arthonia* que M. Müller a mis de l'ordre, il a rendu le même service à la science pour les autres Graphidées : *Thelotrema*, *Graphis*, *Opegrapha*, etc. et pour les Pyrenocarpées. Le même système a été appliqué à ces genres, c'est-à-dire que les fractionnements qu'il a faits dans chaque d'eux reposent sur la couleur des spores et la manière dont elles sont divisées à l'intérieur. Prenons pour exemple l'ancien genre *Graphis* qui dans les régions chaudes présente plus de 300 espèces. I. — Spores divisées transversalement : 1° hyalines, *Graphis* ; 2° brunes, *Phæographis*. II. — Spores parenchymateuses : 1° hyalines, *Graphina* ; 2° brunes, *Phæographina*. Il est facile de voir que ce sectionnement est bien préférable aux *Stirpes* que M. Nylander avait d'abord établis sans les définir.

Dans l'Amérique du Sud nous n'avons à signaler que des déterminations de M. Müller : à Caracas (3) la simple énumération de 187 espèces récoltées par le docteur Ernst. Ce professeur avait déjà envoyé à M. Müller des Lichens dont les espèces nouvelles ont été décrites dans le *Lichenologische Beitrage* (4). Les diagnoses des 6 espèces nouvelles de la présente collection se trouvent dans les *Lichens exotici* déjà cités (5), les premières étaient des Graphidées ; celles-ci sont surtout des *Lecidea* et des *Porina*. Ces Lichens appartiennent à la végétation tropicale et peu d'entre eux se retrouvent en Europe. L'une de ces espèces observées pour la première fois mérite d'être mentionnée, le *Ramalea myriocla-*

---

(1) J. Müller : *Arthoniæ et Arthothelii species Wrightianæ in insula Cuba lectæ* (Extr. du Bulletin de l'Herbier Boissier, 1894) ; br. in-8° de 12 pages.

(2) *Revue générale de Botanique*, t. IV, p. 31.

(3) J. Müller : *Lichenes Ernstiani a cl. Prof. Dr Ernst prope Caracas lecti* (Extr. de l'Hedwigia, 1895) ; br. in-8° de 8 pages.

(4) J. Müller : *Lichenologische Beitrage*, nos 206-219, etc.

(5) J. Müller : *Lichenes exotici*, IV, nos 150, 151, 153, 154, 163 et 164.

della, car le genre a peu d'espèces et la distribution géographique en est fort restreinte, l'une végète en Australie et les trois autres sont de l'Amérique tropicale, Cuba, Caracas et le Brésil, et de plus cette dernière *R. coilophylla* Müll. Arg. *Lichenes exotici* n° 142, a-t-elle été regarder d'abord par cet auteur et l'est-elle encore par M. Wainio comme un *Cladonia*. M. Müller sépare complètement les *Ramalea* des *Ramalina* et les place dans une tribu spéciale. Dans les deux ouvrages suivants nous avons encore affaire à la flore des régions chaudes. Le second fascicule des Lichens de Costa-Rica (1) en présente 281 dont 81 appartiennent aux Graphidées et 60 aux Pyrenocarpées. Ceux qui n'avaient pas encore été sont moins nombreux que dans le premier fascicule (2), car ils n'atteignent pas le quart de l'ensemble. Les Graphidées, en y comprenant les *Thelotrema*, ont 23 de ces 61 espèces nouvelles, et les Pyrénocarpées, 15. Sur le total général de 281, 184 ne se trouvent pas dans la première liste, ce qui porte à 398 le nombre des Lichens de Costa-Rica. L'augmentation est surtout dans le genre *Graphis*, 23 espèces; dans les différents genres des Lecidées, il y en a 29 en plus et dans les Graphidées en y comprenant les *Thelotrema* et les *Graphis* déjà cités, 65. Dans ces calculs je n'ai pas tenu compte des variétés, qui sont assez nombreuses. Indiquons une variété nouvelle dans le Pérou, *Anaptychia ciliaris* var. *peruviana* Müll. Argov. (3), un *Thelotrema* nouveau dans la Guyane (4), *T. Secoligella* Müll. Arg. et nous entrons dans le Brésil. Là nous trouvons encore des nouveautés (5) dans les genres *Ocellularia*, *Thelotrema*, *Tremotylium*, *Tatygrapha* et dans plusieurs genres de Graphidées, et nous arrivons à la collection faite par M. Ule (5), laquelle n'est que la suite de celle qui a été publiée en 1891 sous un autre nom (6). Quelques noms de la présente liste s'ajoutent à ceux de la précédente, sans compter, bien entendu, les nouveautés, qui sont au nombre de 14 et dont les Graphidées et les Pyrénocarpées emportent plus de la moitié; les diagnoses de ces espèces se trouvent dans les *Lichenes exotici* (7). L'une d'elles, n° 124, *Melaspilea conglomerans*, parasite sur le thalle d'un *Pertusaria* devrait, ce semble, prendre place parmi les Champignons. Parmi les cinq qui restent, l'une est fort intéressante, et l'on est assez étonné de trouver un *Ephebe*, *E. Uleana*, n° 102, au sud du Brésil, dans la province de Sainte-Catherine. Le genre *Ephebe*, qui ne comprend que 5 espèces avec celle-ci, a une aire de diffusion très restreinte. L'*Ephebe pubescens* Fr., commun sur les grès des environs de Paris, ne se retrouve, dehors de l'Europe, qu'en Algérie et au Groënland. Les *E. solida* et *Lesquereuxi* Bornet sont de l'Amérique du Nord et l'*E. tasmanica* Cromb., de l'Australie. C'est donc la première fois qu'un *Ephebe* est signalé dans l'Amérique du Sud. C'est aussi le premier *Siphula, S. carassana*, n° 104, que l'on récolte dans le Brésil. Ce genre, quoique plus répandu que l'*Ephebe*, ne compte que 15 à 20 espèces. Trois formes nouvelles d'*Usnea* et le *Sticta patagonica* Müll. Arg. (1) récoltés en Patagonie et communiqués à M. Müller par M. Otto Kuntze, terminent la revision des Lichens de l'Amérique.

---

(1) Th. Durand et H. Pittier : *Primitiæ Floræ Costaricensis* : Lichens, seconde Énumération, auctore J. Müller (Extr. du Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, 1893) ; br. in-8° de 52 pages.

(2) *Revue générale de Botanique*, t. V, p. 12.

(3) J. Müller : *Lichenes exotici*, IV, n° 106.

(4) J. Müller : *Ibidem.*, n° 118.

(5) J. Müller : *Thelotremeæ et Graphideæ novæ*. n^os^ 1-11, 19, 23-26 et 32-34.

(6) J. Müller : *Lichenes Uleani in Brasilia lecti* (Extr. de l'Hedwigia, 1895) ; in-8°, 4 pages.

(7) J. Müller : *Lichenes Catharinenses*, voir *Revue générale de Botanique*, t. V, p. 13.

(8) J. Muller : *Lichenes exotici*, III. n^os^ 102, 103, 104, 114, 122, 124-128, 130 et 134-136.

En Océanie, l'Herbier de Kew a offert à M. Müller deux Lichens nouveaux (2), l'un de l'île Ternate, du groupe des Moluques, le *Phæographis tremulans*, et l'autre, *Phæographina flexuosa*, des îles Philippines, îles que certains auteurs rattachent à l'Asie orientale. En Australie, le même auteur, qui a déjà publié plusieurs listes de Lichens de cette contrée, a décrit dans plusieurs opuscules un assez grand nombre d'espèces nouvelles provenant principalement des provinces de Queensland et de Victoria. Dans les *Lichenes exotici* nous trouvons d'abord (3) *Phyllopsora melanocarpa*, *Placodium flavo-stramineum*, *Lecania molliuscula*, *Pertusaria arenacea*, *Lecidea scorigena* et *Arthonia interstes*, de la province de Victoria. Dans un autre Mémoire (4) la même province, ainsi que celles de Queensland et de la Nouvelle-Galles du Sud ont fourni 38 espèces ou variétés nouvelles appartenant aux genres *Lecanora*, *Lecania*, *Callopisma*, *Rinodina*, *Pertusaria* (18 espèces), *Lecidea*, *Blastenia* et *Buellia*. Certaines proviennent de la petite île de Thursday, située au nord du Queensland, et il faut distinguer le *Lecania subsquamosa* récolté à une altitude de 4500 μ sur le mont Mueller. Les Thélotremées, Graphidées et Pyrénocarpées sont dans les mêmes provinces (5) au nombre de 50 ; le genre Graphis, sectionné comme nous l'avons dit plus haut, en enlève 13. Dans un quatrième opuscule (6), des genres assez nombreux soit fruticuleux, soit foliacés ou crustacés ont fourni 44 nouveautés. Les *Patellaria* sont au nombre de 10 ; on remarque un *Coenogonium*, le *C. ornatum*. Ce genre, quoique assez répandu dans les pays exotiques, compte peu d'espèces, à peine une vingtaine. Toutes ces espèces nouvelles forment une somme de 138 ; il serait bien nécessaire pour en faciliter l'étude qu'elles soient de nouveau énumérées et placées, selon l'ordre systématique au milieu des anciennes. C'est ce travail que M. Müller se proposait d'exécuter en publiant une flore générale des Lichens de l'Australie, quand la mort est venu le surprendre. Il l'avait d'ailleurs commencé pour les Pyrénocarpées (1) de la province de Queensland. Dans cet ouvrage, les Pyrénocarpées, au nombre de 136, sont divisés en tribus et en genres ; les espèces sont rangées selon leurs affinités sous chaque nom générique, en un mot, on voit l'ordre systématique que l'auteur a mis dans ce groupe. Il s'y trouve 18 espèces nouvelles, ce qui porte à 156 le nombre des Lichens nouveaux de l'Australie orientale que M. Müller a étudiés en deux années. Une autre collection formée par M. Moore, directeur du Jardin botanique de Sydney, dans le nord de la province de New South Wales, a été étudiée par M. Zahlbruckner (2) ; il y a ajouté quelques espèces de l'île de Lord Howe, qui appartient à la Nouvelle-Galles du Sud et de l'archipel de Fidji. Cette collection de 49 espèces se compose uniquement de Lichens fruticuleux et foliacés. Elle est riche en *Sticta*, 15 espèces, et en *Parmelia*, 11 espèces. On y remarque la présence du *Stictina scrobiculata* Nyl., espèce européenne, mais peu répandue dans les terres exotiques et qui n'avait pas encore été observée dans l'Australie. Les espèces nouvelles sont *Sticta Mooreana* et *Parmelia stramineonitens*, toutes deux de l'île de Lord Howe, *Usnea intercalaris* var. *vitiensis*, des îles Fidji et *Parmelia subconspersa* var. *eradicata*, de New-England. Avant de passer en Nouvelle-Zélande nous trouvons dans l'Herbier de Kew un nouvel *Arthothelium* (3), l'*A. ferax*.

---

(1) J. Müller : *Lichenes exotici*, IV, n^os^ 139-141 et 144.

(2) J. Müller : *Thelotremeæ et Grapideæ novæ*, n^os^ 27 et 30.

(3) J. Müller : *Lichenes exotici*, III, n^os^ 109, 111-113, 115 et 121.

(4) J. Müller : *Lecanoreæ et Lecideæ australienses novæ* (Extr. du Bulletin de l'Herbier Boissier, 1895) ; br. in-8° de 9 pages.

(5) J. Müller : *Sertum australiense seu species novæ australienses Thelotremearum, Graphidearum et Pyrenocarpearum* (Extr. du Bulletin de l'Herbier Boissier, 1895) ; br. in-8° de 15 pages.

(6) J. Müller : *Analecta australiensia* (Extr. du même Recueil, 1896) ; br. in-8° de 10 pages.

La Nouvelle-Zélande est une des régions du globe la plus riche en Lichens, et comme la végétation y est très différente, suivant la latitude ou l'orientation, il s'ensuit que la flore de ce pays touche d'un côté, par les nombreux *Sphærophoron* et *Sticta* que l'on y rencontre, à la flore subantarctique, et d'un autre côté par les espèces de Graphidées qu'elle présente, elle se rapproche de la flore subtropicale. Ces îles, comme le fait remarquer M. Hellbom, ont la forme de l'Italie renversée et elles sont plus grandes que ce royaume, car si on les superposait, la Nouvelle-Zélande monterait jusqu'à Munich. Cette région a été très explorée, principalement par Colenso et Sinclair dans le nord, par Lindsay dans la province d'Otago, par Helms dans les environs de Greymouth et par Knight dans son milieu ; beaucoup des Lichens recueillis ont été envoyés en Europe et y ont été étudiés. Mais les lichénologues ont travaillé sans s'occuper de leurs prédécesseurs. Ainsi, le Dr Stirton, en 1876 et 1877, a ignoré l'ouvrage de Krempelhuber paru en 1876, le Dr Knight a été longtemps sans connaître les travaux des deux précédents, et enfin M. Nylander (1) ne s'est pas occupé de ce qu'avaient publié Stirton, Krempelhuber et Knight. Il en est résulté que les mêmes espèces ont été décrites sous des noms différents et que par conséquent la flore lichénique est tombée dans un véritable chaos. M. Müller a voulu y mettre de l'ordre ; ne pouvant pas se procurer tous les échantillons originaux, il a examiné avec soin et comparé entre eux les diagnoses de ces auteurs et supprimé les espèces qui lui ont paru semblables. Son Mémoire (2) est donc un véritable travail de bénédictin ; il ne contient pas de descriptions, puisque toutes ces espèces ont déjà été décrites, mais il est d'une haute importance au point de vue de la classification. C'est du reste le premier de ses ouvrages où le Dr Müller ait mis en œuvre l'ordre systématique qu'il avait adopté et que jusqu'alors il s'était contenté d'indiquer dans différents opuscules. Les Lichens sont divisés en quatre ordres : Collemacées, Epiconiacées, Discocarpées et Pyrénocarpées. Les deux premiers sont simplement divisés en tribus ; dans le troisième, Discocarpées, trois séries sont établies : 1° Diploblastées pour les *Stereocaulon*, *Cladonia* et *Bœomyces* ; 2° Thamno-phyllobastées, comprenant tous les genres qui, dans la classification de M. Nylander, vont des *Ramalina* aux *Pannaria* inclusivement, en y ajoutant toutefois les *Thamnolia* et *Siphula*, que celui-ci place près des *Cladonia* et la tribu des Phyllopsorées, créée pour les *Biatora* à thalle microphylle, et en en retranchant les *Heppia* ou Dermatocarpées, qui sont rejetés dans le quatrième ordre ; 3° Kryoblastées pour les espèces à thalle crustacé. L'auteur maintient dans cette série les *Odontotrema* et les *Myrangium*, qui sont maintenant exclus des Lichens. Le quatrième ordre, comme les deux premiers, est divisé en tribus. L'ouvrage de M. Nylander ne contient que 371 espèces ; celui de M. Müller en présente 730 réparties en 115 genres. On pouvait croire qu'après ces travaux, les anciens Lichens de la Nouvelle Zélande étaient bien connus, qu'il n'en serait plus question et qu'on n'aurait à ajouter à la flore de cette région que les découvertes que l'on y pourrait faire. Mais voilà que M. Müller obtient du Musée royal de Kew la communication des récoltes faites autrefois par Colenso (3) et en trouve un certain nombre qui n'avaient pas encore été signalés en Nouvelle-

---

(1) J Müller : *Pyrenocarpaœ Queenslandiœ* (Extr. de l'Australasian Association for the advancement of science, Brisbane, 1895) ; br. in-8° de 18 pages.

(2) A. Zahlbruckner : *Lichenes Mooreani* (Extr. des Annalen des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums, 1896) ; br. in-4° de 6 pages.

(3) J. Müller : *Thelotremeœ et Graphideœ novœ*, n° 31.

(1) *Revue générale de Botanique*, t. I, p. 402

(2) J. Müller : *Conspectus systematicus Lichenum Novæ Zelandiæ* (Extr. du Bulletin de l'Herbier Boissier, 1894) ; vol. in-8° de 114 pages.

(3) J. Müller : *Lichenes Colensoani a reverendiss. Colenso in Nova Zelandia septentrionali prope Napier lecti, et nuperius missi, in Herbario. reg. Kewensi servati* (Extr. du Journal of the Linnean Society, Botany, 1895) : br. in-8° de 12 p.

Zélande. Ils se décomposent en 29 variétés d'espèces déjà énumérées et en 18 espèces, dont 10 étaient déjà connues, d'ailleurs, et 8 sont décrites comme nouvelles. De ce chef, le total des Lichens de la Nouvelle-Zélande se trouve porté à 748. Dans cette collection se trouve le *Stictina scrobiculata* Nyl., qui n'avait pas encore été trouvé dans cette île; nous avons vu plus haut que l'on vient de le découvrir en Australie. Le nombre des *Sticta* se trouve porté à 52. Mais nous n'en avons pas encore fini avec les Lichens de la Nouvelle-Zélande, car pendant que M. Müller publie ces travaux, M. J. Hellbom trouve dans l'Herbier du Muséum de Stockholm trois fascicules contenant environ 200 espèces de Lichens non déterminés et sans nom de collecteur, mais munis de numéros d'ordre. Il ne tarde pas à apprendre que le collecteur est M. Berggren, qu'il a récolté ces Lichens en Nouvelle-Zélande il y a quelque vingt ans et que les numéros correspondent à ceux des Phanérogames récoltées en même temps et indiquent par conséquent les localités. M. Hellbom se met à l'œuvre, étudie ces Lichens et les termine (1) l'année même de l'apparition des *Lichenes Colensoani*, c'est-à-dire en 1896. Il a tenu compte, dit-il, de tous les travaux de ses prédécesseurs, c'était facile avec le *Conspectus* de M. Müller, et, en effet, il énumère toutes les espèces qui ne se trouvent pas dans la collection de M. Berggren et arrive au total de 753 espèces, chiffre qui n'est pas exact, car M. Hellbom n'a pas eu connaissance du dernier opuscule de M. Müller. Il faut donc ajouter à cette somme les 18 espèces de la collection Colenso et ainsi c'est 771 espèces, sans compter les nombreuses variétés, qui, jusqu'alors, ont été reconnues en Nouvelle-Zélande. Le nombre des *Sticta* se trouve augmenté d'une unité et porté à 53. La collection de M. Berggren a une grande importance, parce que ce botaniste a parcouru les deux îles qui forment la Nouvelle-Zélande. Dans son introduction, M. Hellbom énumère sous le nom des localités rangées par provinces les Lichens qui y ont été recueillis. Avant de quitter l'Océanie et d'aller en Afrique pour y terminer notre course, nous avons à citer une espèce nouvelle de la Nouvelle-Calédonie, *Arthonia subgracilis* (2); cet *Arthonia*, récolté par Balansa, avait été autrefois rapporté par M. Müller à l'*A. gracilis* Eschw.

Nous pénétrons dans le continent africain par le cap de Bonne-Espérance, d'où Mac Owan a rapporté l'*Opegrapha ulcerata* et le *Phæographina limbata* (3), espèces nouvelles conservées dans l'Herbier de Kew. Mais avant d'en parcourir les côtes, signalons le second et dernier Supplément (1) de l'ouvrage de M. STIZENBERGER comprenant tous les Lichens connus de l'Afrique. Dans ces Suppléments, comme dit le titre, se trouvent d'abord quelques corrections, puis les espèces publiées depuis l'apparition du *Lichenæa* ou l'augmentation de l'aire de végétation des premières espèces et enfin quelques Lichens nouveaux avec leur description, *Lecanora lubrica*, *L. libisca*, *V. taposirica* et *Thelopsis isiaca*, tous de l'Egypte. Cet opuscule n'est pas d'un usage commode pour le travailleur; pour cause de brièveté, l'auteur n'a pas rappelé le nom de l'espèce, il n'en a donné que le numéro, et par conséquent si l'on veut savoir à quoi se rapporte l'adjonction ou la correction indiquée, il faut feuilleter en même temps que ce second Supplément et le corps de l'ouvrage et le premier Supplément.

---

(1) J. Hellbom : *Lichenæa Neo-Zelandica seu Lichenes Novæ Zelandiæ a Sv. Berggren annis 1874-75 collecti, additis cæteris speciebus indidem huc usque cognitis, breviter commemoratis* (Extr. de Bihan tisl K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, 1895); tirage à part de 150 pages, Stockholm, 1896.

(2) J. Müller : *Lichenes exotici*, III, n° 120.

(3) J. Müller : *Thelotromeæ et Graphideæ novæ*, n°s 16 et 29.

---

(1) E. Stizenberger : *Supplementa ad Lichenæam Africanam*, II, *Addenda et corrigenda ex annis 1893-1894* (Extr. du Jaheresbericht der S^t Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, 1893-94); br. in-8° de 59 pages.

(A suivre). Abbé HUE.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.
Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.
Flot, docteur ès sciences.
Fockeu, docteur ès sciences.
Franchet, répétiteur au Muséum.
Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.
Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.
Giard, professeur à la Sorbonne.
Guignard, membre de l'Académie des sciences.
Heckel, professeur à l'Université de Marseille.
Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.
Hervier (L'Abbé Joseph).
Hickel, garde général des forêts.
Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.
Houlbert, docteur ès sciences.
Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.
Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.
Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.
Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.
Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.
Jonkman, de l'Université d'Utrecht.
Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.
Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.
Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.
Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.
Léger (M.), docteur ès sciences.
Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.
Lothelier, docteur ès sciences.
Lund, de l'Université de Copenhague.
Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.
Magnin, professeur à l'Université de Besançon.
Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.
Masclef, lauréat de l'Institut.
Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.
Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.
Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.
Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.
Naudin, membre de l'Académie des sciences.
Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.
Parmentier, docteur ès sciences.
Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.
Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.
Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.
Rabot (Charles), explorateur.
Ray, docteur ès sciences.
Russell (William), docteur ès sciences.
Saporta (de), correspondant de l'Institut.
Seignette, docteur ès sciences.
Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.
Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.
Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.
Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.
Warming, professeur à l'Université de Copenhague.
Viala, professeur à l'Institut agronomique.
Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Septembre 1898

N° 117

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4
1898

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1898

I. — RECHERCHES SUR LES RÉSERVES HYDROCARBONÉES DES BULBES ET DES TUBERCULES (avec figures dans le texte), par **M. Leclerc du Sablon** 353

II. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville** *(fin)* 370

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS, publiés en 1894-1897, par **M. A. M. Hue** *(fin)* 381

Cette livraison renferme deux gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES
SUR
LES RÉSERVES HYDROCARBONÉES
DES BULBES ET DES TUBERCULES

par M. LECLERC DU SABLON

Les parties souterraines de certaines plantes se différencient de façon à constituer des organes de réserves nettement définis; ainsi la Pomme de terre, le Topinambour, le Stachys accumulent leurs réserves alimentaires dans des fragments de tiges; le Dahlia, la Ficaire, l'Asphodèle, l'Orchis dans certaines racines; le Lis, la Tulipe, la Jacinthe dans des feuilles.

Pendant une première saison, l'organe de réserve est en voie de *formation ;* les matières nutritives peu à peu élaborées par la plante s'accumulent. Puis, la réserve une fois constituée. l'activité vitale de la plante se ralentit généralement et la végétation s'arrête pendant une saison de repos correspondant le plus souvent à l'été, quelquefois à l'hiver; c'est la période de *vie ralentie*. Ensuite vient une seconde phase d'activité, pendant laquelle les réserves accumulées sont *digérées* et fournissent des matériaux servant à un développement rapide de la plante. Je me suis proposé d'étudier la formation et la digestion de ces réserves.

On conçoit tout de suite ce que de pareilles recherches aussi sommairement énoncées ont de vaste et d'indéterminé. Il est indispensable de définir et de limiter nettement le but que je me suis proposé. Les réserves accumulées dans les bulbes ou les tubercules sont surtout formées par des hydrates de carbone : amidon, inuline, dextrine, sucre; les matières albuminoïdes s'y trouvent aussi, mais en très faible proportion. Je me suis borné pour le moment à étudier les hydrates de carbone, et j'ai cherché à suivre les principales modifications qui surviennent, pendant la période de formation et de digestion, dans la composition des organes de réserve. Cette étude peut montrer les transformations subies par chacune des matières de réserve pendant l'évolution de la plante.

Mais on sait combien sont nombreux et différents dans leurs propriétés les composés hydrocarbonés qui se trouvent dans la plante. On ne peut avoir la prétention de les isoler et de les définir tous. Dans une étude comme celle-ci il est indispensable de les grouper en un très petit nombre de catégories. Au point de vue physiologique qui m'occupe seul, l'essentiel est de réunir les substances qui jouent le même rôle dans la plante et de séparer celles qui ont des rôles différents ; les caractères purement chimiques ont une importance secondaire.

Le sens des résultats de ce travail dépend des méthodes suivies ; je vais donc d'abord exposer ces méthodes qui ont été les mêmes dans tous les cas. Les plantes que j'ai choisies pour exemple ont été étudiées environ tous les mois ou toutes les six semaines pendant le courant d'une année. Il y a ainsi peu de chances de laisser passer inaperçue une phase importante de la végétation. De plus, les plantes d'une même espèce ont été presque toujours récoltées dans la même localité afin d'éviter les différences dues à l'influence du milieu. Les unes étaient cultivées au jardin des plantes de Toulouse, les autres ont dû être récoltées aux environs. Il y a quelquefois de grandes difficultés à trouver certaines plantes pendant la période de vie ralentie; à cet égard j'ai été secondé très utilement par M. Henri Pic qui, grâce à sa connaissance précise de certaines localités intéressantes, a pu trouver par exemple des Ophrys, des Ficaires, des Asphodèles, des Colchiques, à une époque où ces plantes sont réduites à leurs parties souterraines.

Après la récolte, l'organe de réserve à étudier était séparé des parties voisines, puis placé dans une étuve pour y être desséché. On sait que pour arriver à une dessiccation complète, la température de l'étuve doit être élevée au-dessus de 100°. Mais une pareille façon de procéder aurait pû avoir quelques inconvénients en modifiant les propriétés de certains composés.

Il m'a paru suffisant de laisser les plantes pendant trois jours dans une étuve chauffée à 95°, je me suis assuré que dans ces conditions la quantité d'eau retenue dans les tissus était très faible.

L'erreur ainsi commise, d'ailleurs toujours dans le même sens, est inférieure aux différences individuelles que peuvent présenter des organes recueillis à la même époque.

Cette méthode de dessiccation me paraît donc avoir une exactitude suffisante et on verra que dans certains cas elle fournit sur la marche de la végétation des résultats intéressants.

Des pesées effectuées avant et après la dessiccation donnent la quantité d'eau perdue.

Les matériaux d'étude desséchés sont ensuite réduits en poudre aussi fine que possible et mis à macérer dans de l'alcool à 90°. Je prolonge la macération pendant huit jours, en agitant le flacon aussi souvent que possible. Les hydrates de carbone, solubles dans l'alcool à 90°, tels que les sucres, sont ainsi séparés des autres composés tels que la dextrine, l'amidon, l'inuline, les gommes. Pour que la dissolution des sucres soit complète, je n'ai jamais mis plus de deux grammes de matière desséchée dans un flacon renfermant environ 40 grammes d'alcool.

Les hydrates de carbone dissous dans ces conditions par l'alcool comprennent les sucres, les glucosides et dans certains cas des substances telles que la galactane qui sont intermédiaires entre les sucres et les dextrines et partiellement solubles dans l'alcool à 90°. Lorsque les hydrates de carbone partiellement solubles dans l'alcool étaient en quantité notable j'ai modifié un peu la méthode suivie comme on le verra dans le chapitre relatif au Stachys. Dans les autres cas, la séparation entre les substances solubles dans l'alcool à 90° et les substances insolubles dans les mêmes conditions m'a paru assez nette pour pouvoir être acceptée ; j'admettrai donc d'une façon générale que les matières sucrées sont dissoutes dans l'alcool à 90° et que les matières amylacées ne se dissolvent pas. J'indiquerai d'ailleurs dans le courant du travail les cas où il peut y avoir quelques incertitudes à ce sujet. Après la macération dans l'alcool, je filtre et je lave avec de l'alcool à 90° ; puis l'alcool est évaporé jusqu'à consistance sirupeuse; ensuite je reprends par l'eau, je traite par le sous-acétate de plomb afin de précipiter les glucosides et d'autres substances non azotées qui pourraient fausser les résultats du dosage des sucres par la liqueur de Fœhling. Puis je divise le liquide en deux parties; dans l'une je dose directement les sucres réducteurs au moyen de la liqueur de Fœhling; je traite l'autre par l'acide chlorhydrique étendu, afin de transformer tous les sucres en sucres réducteurs que je dose; par différence j'obtiens la quantité de sucres non réducteurs.

J'ai opéré l'interversion du sucre de la façon suivante, la même dans tous les cas : le liquide sucré était additionné de 9 °/₀ de son volume d'acide chlorhydrique pur dont la densité est 1,17 et l'ébullition durait une demi-heure. La manière d'opérer étant la même dans tous les cas les résultats sont comparables.

La matière épuisée par l'alcool est ensuite traitée par l'eau; je la laisse macérer pendant 24 heures afin de permettre aux substances solubles dans l'eau de se dissoudre. J'ai ainsi divisé les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool en deux groupes : ceux qui sont solubles dans l'eau et que je réunirai sous la dénomination commune de dextrines et ceux qui sont insolubles dans l'eau froide tels que l'amidon, l'inuline et certaines matières gommeuses. Je traite ensuite les substances solubles aussi bien que les insolubles par l'acide chlorhydrique et cela de la même façon que j'ai traité les sucres pour les intervertir ; je transforme ainsi en glucose les matières amylacées et la plus grande partie des matières gommeuses.

D'après les expériences faites par Allihn (1), la durée de l'ébullition et la concentration de l'acide chlorhydrique que j'ai adoptée correspondent à une saccharification presque complète des matières amylacées. D'ailleurs comme j'ai opéré dans tous les cas de la même façon et sur des quantités de matière à peu près pareilles, il s'en suit que les résultats d'une même série d'expériences sont comparables même si leur valeur n'est pas tout à fait exacte.

La présence de substances gommeuses en quantité quelquefois considérable est une difficulté ; j'ai considéré comme comparables aux matières amylacées celles de ces substances qui se transforment en glucose sous l'action de l'acide chlorhydrique dans les conditions où j'ai opéré. Les substances gommeuses saccharifiables et solubles dans l'eau seront donc dosées avec la dextrine et celles qui sont insolubles seront dosées avec l'amidon. Mais, avec les plantes qui renferment des gommes, l'acide chlorhydrique donne naissance à une certaine quantité de matières qui réduisent la liqueur de

---

(1) Allihn : *Action de l'acide chlorhydrique étendu sur l'amidon*. Voir Annales agronomiques, tome X, p. 95.

Fœhling et qui sont précipitées par le sous-acétate de plomb. Après l'action de l'acide chlorhydrique je traite par le sous-acétate de plomb la liqueur neutralisée. Les substances précipitées de cette façon sont quelquefois abondantes et comprennent un assez grand nombre de composés qu'il serait difficile de déterminer d'une façon précise. Pour chacune des plantes étudiées j'indiquerai, comme renseignement complémentaire, le résultat qui aurait été obtenu avec la liqueur de Fœhling si je n'avais pas traité par le sous-acétate de plomb. En opérant avec de l'amidon ou du saccharose pur, j'ai constaté que l'action du sous-acétate ne modifiait pas les résultats fournis. Si, au contraire, on a saccharifié des matières gommeuses, la liqueur de Fœhling accuse une proportion de substances réductrices notablement plus grande si on n'a pas traité par le sous-acétate. La différence évaluée en glucose peut s'élever jusqu'à 10 °/₀ du poids de la matière sèche.

Dans tous les cas j'ai évalué les substances réductrices comme si elles étaient composées de glucose pur. Il y aurait donc dans certains cas des corrections à faire si on voulait avoir des nombres exacts d'une façon absolue et non pas seulement comparables. On sait en effet que le lévulose a un pouvoir réducteur plus faible que le glucose. Les nombres que j'ai donnés sont donc trop faibles pour les plantes telles que le Topinambour ou le Dahlia qui donnent du lévulose. De plus, je n'ai pas fait subir de corrections aux résultats pour tenir compte de l'eau fixée par les matières amylacées pendant la saccharification ; c'est là une erreur faible et qui d'ailleurs se retrouvant partout n'empêche pas les résultats d'être comparables.

L'hypothèse que les substances réductrices sont uniquement formées de glucose est surtout inexacte dans le dosage direct des sucres réducteurs. On trouve en effet dans les plantes en même temps que du glucose et du saccharose proprement dits, des sucres, tels que le maltose, ayant un pouvoir réducteur plus faible que celui du glucose et se transformant en glucose sous l'action de l'acide chlorhydrique. Le maltose, par exemple, a un pouvoir réducteur égal aux 2/3 de celui du glucose. D'après la méthode que j'ai adoptée, lorsqu'une plante renfermera du maltose, ce sucre sera donc compté pour les 2/3 comme sucre réducteur et pour 1/3 comme sucre non réducteur. L'essentiel est d'être fixé sur la signification des résultats qui seront donnés.

En somme, je doserai donc quatre catégories d'hydrates de carbone évaluées chacune en glucose :

1° Les sucres réducteurs solubles dans l'alcool à 90° et dosés par la liqueur de Fœhling après l'action du sous-acétate de plomb.

2° Les sucres non réducteurs extraits également par l'alcool à 90° et dosés après l'action du sous-acétate et l'interversion par l'acide chlorhydrique.

3° Les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool à 90°, solubles dans l'eau et dosés à l'état de glucose après l'action de l'acide chlorhydrique étendu suivie de la précipitation par le sous-acétate.

4° Les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool à 90° et dans l'eau froide et dosés également à l'état de glucose après l'action de l'acide chlorhydrique et la précipitation par le sous-acétate.

Cette classification des hydrates de carbone m'a paru concorder dans une certaine mesure avec leur rôle dans la nutrition de la plante. La 4me catégorie comprend en effet l'amidon et l'inuline qui sont essentiellement des substances de réserve ; la 3me catégorie comprend les dextrines qui sont des substances de réserve ou des produits intermédiaires provenant de la digestion des hydrates de carbone du 4me groupe ; la 2me catégorie comprend les saccharoses qui peuvent aussi jouer le rôle de réserve mais qui dans certains cas proviennent de la digestion des dextrines ; enfin la 1re catégorie comprend essentiellement les glucoses qui ne jouent pas en général le rôle de réserve mais proviennent le plus souvent de la digestion des autres matières hydrocarbonées dont ils sont la forme directement assimilable.

On sait que la digestion des réserves s'effectue essentiellement sous l'action des diastases sécrétées par le protoplasma. Il m'a paru intéressant de mettre en évidence dans certains cas l'action de ces diastases. Pour cela, au lieu de dessécher directement les parties des plantes à étudier, je les écrase encore fraîches, j'ajoute une petite quantité d'eau et je laisse macérer pendant 24 heures avant de dessécher.

Dans ces conditions, les diastases dissoutes dans un excès d'eau sont au contact des matières de réserve et peuvent agir sur elles aussi bien et même mieux que dans la plante vivante. De plus, les produits de la digestion des réserves, au lieu d'être assimilés ou entraînés dans d'autres parties de la plante, restent dans la matière soumise à l'analyse et peuvent s'y accumuler en quantité plus grande que dans un organe vivant. En comparant les résultats obtenus avec deux portions de plantes aussi semblables que possible et dont l'une a été desséchée directement, tandis que l'autre a été traitée comme je viens de le dire, on peut se rendre compte du mode d'action des diastases.

Chacune des plantes que j'ai étudiées présentant au point de vue qui m'occupe des caractères propres, il m'a paru préférable d'exposer séparément les résultats obtenus avec chaque espèce. J'ai rapproché d'ailleurs les plantes dont les réserves ont une composition semblable afin d'éviter autant que possible les redites.

OPHRYS ARANIFERA

Morphologie externe. — Au moment de la floraison de l'Ophrys, vers le mois d'Avril, on sait qu'il y a à la base de la tige deux tubercules arrondis ; l'un, le plus âgé, déjà ridé et mou, est en voie de résorption, il se vide peu à peu et au mois de Juin les matières de réserve qu'il renfermait ont été complètement digérées ; le vieux tubercule est alors réduit à un amas de cellules mortes et brunâtres qui se détachent de la tige. Pendant ce temps, l'autre tubercule, le plus jeune, a continué de s'accroître et, lorsque dans le courant de Juin les parties aériennes sont desséchées, ce tubercule, gorgé de matières nutritives, passe à l'état de vie ralentie et constitue à lui seul toute la partie vivante de la plante.

La période de vie ralentie dure à peine deux mois ; dès le commencement du mois d'Août le bourgeon qui est au sommet du tubercule commence à se développer et dans le courant de Septembre les premières feuilles arrivent à la surface de la terre ; puis pendant l'automne et l'hiver la rosette de feuilles formée par le bourgeon s'accroît de plus en plus.

Dès le mois de Novembre un nouveau tubercule commence à se former et au commencement du printemps a acquis à peu près les mêmes dimensions que l'ancien; la tige s'allonge rapidement aux dépens des réserves du vieux tubercule et les fleurs se forment. Nous sommes revenus à notre point de départ.

Les tubercules de l'Ophrys comme ceux des autres Orchidées indigènes en général sont donc bisannuels; ils présentent deux périodes de vie active séparées par une période de vie ralentie. La première période qui est une période de formation s'étend du mois de Novembre au mois de Juin ; la période de repos va de juin en Août ; et la seconde période de vie active, qui est une période de destruction, commence au mois d'Août pour se terminer au mois de Juin de l'année suivante.

Tel est, dans ses grandes lignes, le mode de développement des tubercules de l'Ophrys ; bien que la marche en soit assez régulière, il s'en faut qu'à un moment donné tous les pieds poussant dans la même station se trouvent au même état ; certains individus sont quelquefois en retard de plusieurs semaines sur les individus voisins. On devra donc s'attendre à trouver dans l'état du développement physiologique des différences de même ordre.

Formation et digestion des réserves. — Les tubercules de la plupart des Orchidées indigènes renferment des réserves constituées principalement par de l'amidon et une matière mucilagineuse hydrocarbonée. On sait que ces substances sont quelquefois utilisées pour faire une pâte alimentaire connue sous le nom de salep.

La matière mucilagineuse des tubercules d'Orchidées a la même composition que l'amidon mais se colore en jaune par l'iode. D'après Aug. Husemann (1) on peut la considérer soit comme une modification de la cellulose, soit comme un composé intermédiaire entre la dextrine et l'amidon.

A cause de cette similitude de propriétés entre la matière mucilagineuse et l'amidon et aussi à cause de la difficulté qu'il y a à séparer par filtration ces deux substances, j'ai préféré ne pas les distinguer et doser seulement l'ensemble des deux.

Le tableau 1 donne les résultats des analyses effectuées ; le tableau 2 indique la proportion de chacune des substances dosées rapportée à 100 parties de matière sèche analysée, c'est le tableau 1 sous une forme qui rend les comparaisons plus faciles.

TABLEAU 1

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matieres amylacées
		réducteurs	non réducteurs	
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
4 février.	0,301	0,033	0,041	0,098
16 mars	0,514	0,036	0,036	0,228

---

(1) Aug. Husemann, A. Hilger und Th. Husemann : *Die Pflanzenstoffe*, t. I ; p. 424.

27 avril.	0,926	0,020	0,004	0,529
1 juin	2,331	0,003	0,007	1,579
6 août.	2,960	traces	traces	2,080
10 septembre . .	3,198	traces	traces	2,085
15 octobre	2,413	0,043	0,065	1.470
20 novembre . . .	0,937	0,036	0,119	0,561
22 décembre . . .	2,547	0,192	0,380	1,469
4 février.	0,848	0,074	0,164	0,320
16 mars	0,709	0,063	0,125	0,205
27 avril.	0,372	0,070	0,050	0,060
1 juin	0,350	0,030	0,020	0,035

TABLEAU 2

	Sucres		Matières
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	amylacées °/₀
4 février.	10	13	32
16 mars	7	7	44
27 avril.	2	0,4	57
1 juin	0,1	0,3	67
6 août.	0	0	70
10 septembre. .	0	0	65
15 octobre	1,7	2,6	60
20 novembre . . .	3,8	12	59
22 décembre . . .	7	15	57
4 février . . .	8	19	37
16 mars	9	17	29
27 avril	18	13	16
1 juin	8	5	10

Pendant la période de formation des réserves, c'est-à-dire du mois de Février au commencement de Juin, la proportion de sucre va constamment en décroissant et arrive à zéro lorsque le tubercule entre dans la période de vie ralentie ; la quantité de saccharose étant d'ailleurs à peu près égale à la quantité de glucose. Pendant ce temps la proportion d'amyloses (amidon et mucilage) augmente constamment et atteint son maximum pendant la période de vie ralentie.

Les amyloses sont donc les seules substances de réserve hydrocarbonée du tubercule. Les sucres sont seulement un produit transitoire ; c'est sans doute sous cette forme que les hydrates de carbone formés dans les feuilles vertes arrivent vers les parties souterraines ; puis, dans le tissu de réserve, les sucres se transforment en amyloses. Les proportions relatives de glucose et de saccharose ne montrent pas clairement le rôle particulier de chacun de ces composés dans la formation des réserves.

Les premiers développements du bourgeon n'entraînent pas une modification importante dans la composition du tubercule. Les sucres qui se forment alors sont immédiatement absorbés par les jeunes feuilles. Plus tard, au contraire, lorsque la consommation des réserves est plus active la proportion de sucre augmente d'une façon considérable pendant que la proportion d'amyloses diminue.

Il est intéressant de comparer, pendant la période de consommation des réserves les quantités relatives de glucose et de saccharose. Au commencement, le saccharose est en plus grande abondance ; en Novembre, par exemple, on trouve 12 °/o de saccharose et 3,8 °/o seulement de glucose. A la fin, au contraire, à partir du mois d'Avril, il y a plus de glucose que de saccharose. On peut en déduire le rôle des deux sortes de sucres dans la digestion des réserves amylacées. Les amyloses sont d'abord transformés en saccharose, et le saccharose à son tour est transformé en glucose qui est directement assimilé. On comprend ainsi que le produit intermédiaire soit plus abondant au commencement de la digestion qu'à la fin. Au commencement de Juin, lorsque les vieux tubercules sont flétris on y trouve encore 10 °/o de matières amylacées bien que l'examen au microscope n'y révèle pas la présence de grains d'amidon. La matière amylacée trouvée provient alors soit des matières mucilagineuses qui sont encore dans les cellules, soit des membranes cellulaires qui sont toujours plus ou moins attaquées par les acides.

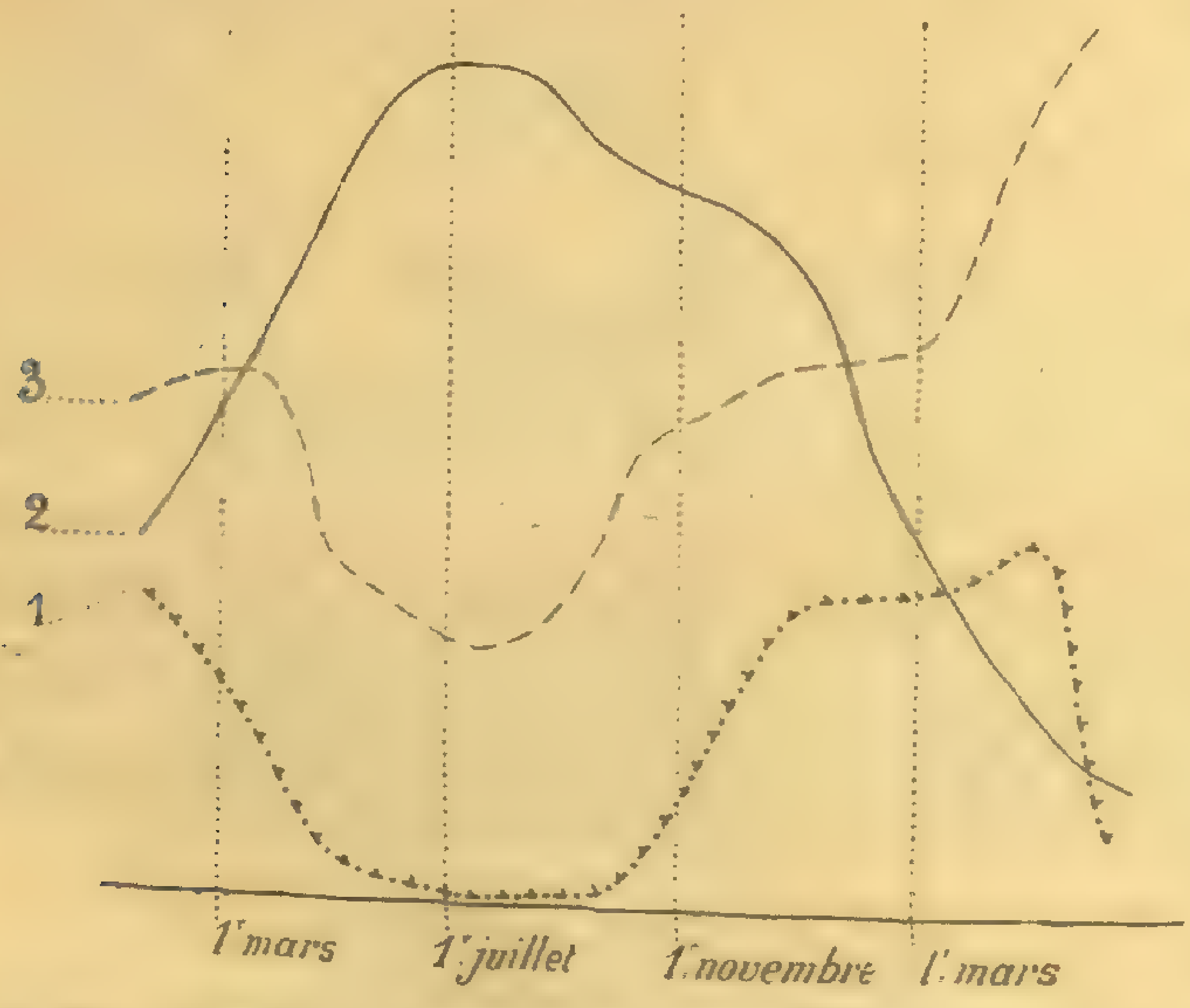


Fig. 69.—1, sucres ; 2, matières amylacées ; 3, eau ; la courbe 3 est à une échelle 20 fois plus faible que 1 et 2.

La figure 69 est destinée à rendre plus frappante les variations de composition chimique du tubercule.

La courbe 2 représente les variations des amyloses et présente un maximum correspondant à la période de vie ralentie.

La courbe 1 représente les variations de l'ensemble de sucres ; on y voit un minimum correspondant au maximum de la courbe des amyloses et un maximum vers la fin de la vie du tubercule. Les deux courbes se croisent au début de la formation du tubercule puis au moment de la floraison ; le troisième point de croisement en juin n'a pas d'intérêt, le tubercule étant alors complètement mort.

On peut accélérer les réactions qui concourent à la digestion des matières de réserve en coupant les tubercules frais en tranches très minces et en les laissant macérer pendant 24 heures dans une très petite quantité d'eau. On fait ensuite dessécher et on dose les hydrates de carbone de la façon ordinaire en ayant soin de ne pas perdre les substances dissoutes dans l'eau. Pendant la période de consommation des réserves, on trouve beaucoup plus de glucose dans les tubercules ainsi traités que dans les tubercules étudiés directement. Le 4 Février, par exemple, l'étude des tubercules anciens donne les résultats suivants :

	Glucose °/.	Saccharose °/.	Amyloses °/.
Tubercules intacts. .	8	19	37
Tubercules coupés. .	18	13	26

Pendant les 24 heures de macération dans l'eau, la composition des tubercules s'est modifiée à peu près de la même façon que pendant un mois de végétation normale. Les amyloses et le saccharose ont diminué pendant que le glucose a augmenté.

Si on traite de la même façon des tubercules jeunes (16 Mars) on obtient un résultat différent :

	Glucose °/.	Saccharose °/.	Amyloses °/.
Tubercules entiers. .	7	7	44
Tubercules coupés. .	5	4	41

En tenant compte de la quantité de matières solubles qui peut être perdue dans le cas des tubercules coupés, on voit que la macération dans l'eau n'a pas modifié sensiblement la composition des tubercules jeunes. C'est qu'à ce moment le tissu de réserve ne renferme pas les diastases qui apparaîtront seulement pendant la période de consommation et provoqueront la formation rapide d'une quantité notable de glucose.

Répartition de l'eau. — Le tableau 3 montre comment varie la proportion d'eau dans les tubercules aux différentes époques de l'année.

La première colonne verticale indique la date à laquelle les tubercules ont été arrachés ; la seconde, le poids des tubercules frais ; la troisième contient le poids des tubercules desséchés ; la quatrième, qui est la différence de la seconde et de la troisième, représente la quantité d'eau perdue pendant la dessiccation ; la cinquième indique la quantité d'eau correspondant à 100 parties de matière sèche, et la sixième donne la quantité d'eau correspondant à 100 parties de matière fraîche. Ces deux dernières colonnes, obtenues par un calcul simple au moyen de nombres figurant sur les colonnes précédentes, sont destinées à donner aux résultats une forme plus frappante et plus favorable aux comparaisons.

TABLEAU 3

	Poids de la matière fraiche — Grammes	Poids de la matière sèche — Grammes	Eau — Grammes	Eau °/o de matière sèche	Eau °/o de matière fraiche
4 février	3,709	0,395	3,314	838	89
16 mars	12,736	1,324	11,412	862	89
27 avril	12,434	1,776	10,658	600	85
4 juin	24,464	4,283	20,181	471	82
10 septembre . . .	13,042	2,045	10,997	537	84
15 octobre.	22,822	2,492	20,330	815	89
20 novembre . . .	12,084	1,285	10,799	840	89
22 décembre. . . .	5,572	0,542	5,030	928	90
19 février	9,184	0,874	8,310	951	90
16 mars	14,157	1,286	12,871	1000	90
20 avril	15,578	1,134	14,444	1273	92
4 juin	13,595	0,841	12,754	1516	94

On voit que d'une façon générale la proportion d'eau, d'abord considérable dans les jeunes tubercules, diminue, puis passe par un minimum correspondant à la période de vie ralentie et augmente ensuite jusqu'à la fin de la végétation.

La courbe qui représenterait les variations de la proportion d'eau n'est pas absolument régulière. Mais les irrégularités que l'on observe sont de peu d'importance et l'on peut les attribuer soit à des différences individuelles, soit aux variations de l'humidité du sol au moment où les tubercules ont été arrachés. Deux tubercules récoltés en même temps dans la même localité et correspondant à des plantes sensiblement au même état de développement, peuvent en effet, au point de vue de la teneur en eau, présenter des différences assez sensibles. Ainsi, de vieux tubercules arrachés le 16 Mars renfermaient, les uns 898 parties d'eau pour 100 de matières sèches et les autres 1136 parties d'eau. Pour éliminer autant que possible les erreurs provenant des différences individuelles, j'ai adopté les chiffres obtenus en opérant sur un nombre de tubercules aussi grand que j'ai pu.

La courbe 3 de la figure 1 montre la variation de la proportion d'eau ; pour rendre cette courbe plus comparable à celles qui représentent les variations des sucres et des matières amylacées, les ordonnées ont été indiquées à une échelle 20 fois plus faible.

En comparant les progrès de la digestion des réserves avec la teneur en eau, on remarque un certain parallélisme. Plus la digestion est avancée, plus il y a d'eau. D'autre part, dans les jeunes tubercules, il y a d'autant moins d'eau que la formation des réserves est plus avancée.

Les tubercules récoltés le même jour présentent, dans leur composition en hydrates de carbone, des différences du même ordre que dans leur degré d'hydratation. Le 22 décembre, par exemple, les tubercules les plus avancés renfermaient 11 °/₀ de glucose, 23 °/₀ de saccharose et 44 °/₀ d'amyloses, tandis que les moins avancés contenaient 4 °/₀ de glucose, 7 °/₀ de saccharose et 72 °/₀ d'amyloses. Ces différences sont en rapport avec la teneur en eau qui était de 1008 dans le premier cas et seulement de 633 dans le second. Pour établir les tableaux précédents, j'ai la moyenne des cas observés à une même époque.

TULIPA GESNERIANA

Les bulbes de Tulipe sont ordinairement mis en terre dans le courant de l'automne ; ils se composent alors d'un certain nombre d'écailles emboîtées les unes dans les autres et entourant un bourgeon central. Pendant l'hiver, quelques feuilles vertes se développent aux dépens du bourgeon ; au commencement du printemps la tige s'allonge et se termine par une fleur.

Depuis la germination du bulbe jusqu'à la floraison les réserves sont consommées, et cela à peu près en même temps dans les écailles internes et les écailles externes ; lorsque la fleur est flétrie, le vieux bulbe a presque complètement disparu.

Mais, dès le commencement de mars, un nouveau bulbe commence à se former à l'aisselle d'une écaille de l'ancien, puis s'accroît rapidement et au mois de Juin, lorsque le fruit est mûr, a acquis ses dimensions définitives et passe à l'état de vie ralentie. Mes observations ont été faites aux diverses phases de la formation et de la destruction du bulbe.

Les tissus d'un bulbe à l'état de vie ralentie sont gorgés de matières de réserve ; l'amidon s'y trouve en grande abondance, comme on peut le constater directement par l'examen microscopique ; mais on y trouve aussi en proportions notables des matières solubles dans l'eau et comparables à la dextrine ; il y a de plus du sucre, mais en faible abondance.

Le sous-acétate de plomb élimine une assez grande quantité de substances pouvant réduire la liqueur de Fœhling. Dans un bulbe à l'état de vie ralentie par exemple, j'ai trouvé, en ne traitant pas par le sous-acétate de plomb, 3 °/₀ en plus pour les matières amylacées solubles et 6 °/₀ en plus pour les matières amylacées insolubles. Les 9 °/₀ trouvés ainsi en plus correspondent à des matières mucilagineuses que l'action de l'acide chlorhydrique n'a pas complètement transformées en glucoses et qui sont précipitées par le sous-acétate tout en pouvant réduire la liqueur de Fœhling.

Les tableaux 4 et 5 renferment les résultats des analyses que j'ai faites aux diverses phases du développement du bulbe.

TABLEAU 4

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	— Grammes	— Grammes	— Grammes	— Grammes	— Grammes
8 mars.	1,007	0,006	0,094	0,234	0,114
27 mars.	2,230	0,120	0,217	0,552	0,367
1 mai	2,768	0,022	0,040	0,472	1,050
18 juin	3,827	0,026	0,136	0,551	1,800
4 janvier.	1,835	0,030	0,262	0,442	0,421
18 janvier.	6,197	0,197	1,214	1,766	0,613
10 février.	2,505	0,192	0,652	0,303	0,223
27 mars.	0,777	0,061	0,051	0,034	0,055

TABLEAU 5

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/o	non réducteurs °/o	solubles dans l'eau °/o	insolubles °/o
8 mars	0,6	9	23	11
27 mars	5	9	24	16
1 mai	0,8	1	17	37
18 juin	0,6	3	14	47
4 janvier	1	14	24	23
18 janvier	3	19	28	10
10 février	7	26	12	9
27 mars	8	6	4	7

Du mois de Mars au mois de Mai, le jeune bulbe est en voie de formation, en Juin il est complètement formé ; les quatre dernières analyses faites en Janvier, Février et Mars se rapportent à des bulbes où la digestion des réserves est plus ou moins avancée.

On constate d'abord, en examinant les tableaux précédents, que le poids total d'hydrates de carbone transformables en sucres augmente pendant la période de formation jusqu'au moment de la vie ralentie et diminue ensuite pendant la digestion des réserves. L'amidon qui est la principale des matières de réserve subit des variations dans le même sens et atteint son maximum pendant la période de vie ralentie. Il n'en est pas de même des matières amylacées solubles dans l'eau. Dans les bulbes jeunes, la proportion de ces substances est beaucoup plus grande que celle de l'amidon. Mais à mesure que le bulbe se développe, l'amidon augmente, et la dextrine diminue. Pendant toute la période de formation du bulbe les choses se passent comme si l'amidon provenait de la transformation de la dextrine. Lorsque le bulbe germe, au contraire, la dextrine augmente, en même temps que l'amidon diminue, c'est la transformation inverse qui se produit alors ; la dextrine est le premier produit de la digestion de l'amidon. A la fin de la saison, la dextrine diminue à son tour et se transforme en substances directement assimilables.

La proportion de sucre est assez grande dans les jeunes bulbes ; elle passe par un maximum dans les premiers temps du développement puis diminue rapidement et passe par un minimum très faible correspondant à la période de vie ralentie : il semble alors que le sucre soit un produit intermédiaire servant à produire la dextrine, puis l'amidon. Pendant la germination du bulbe, le sucre se produit en abondance aux dépens de la dextrine et de l'amidon ; au mois de Février on peut trouver jusqu'ici 35 °/o de sucre et quelquefois plus. A la fin de la période végétative, le sucre est assimilé et diminue comme les matières de réserve proprement dites.

Les très jeunes bulbes ne renferment presque que du sucre non réducteur ; dans le courant du développement, la proportion du sucre réducteur augmente un peu et redevient très faible au moment de la vie ralentie. Au commencement de la germination, ce sont d'abord seulement des sucres non réducteurs qui se forment ; puis, et jusqu'à la fin de la digestion des réserves, la proportion des sucres réducteurs augmente constamment par rapport à celle des sucres non réducteurs. Les choses se passent encore comme si le sucre non réducteur était un produit intermédiaire entre la dextrine et le sucre réducteur.

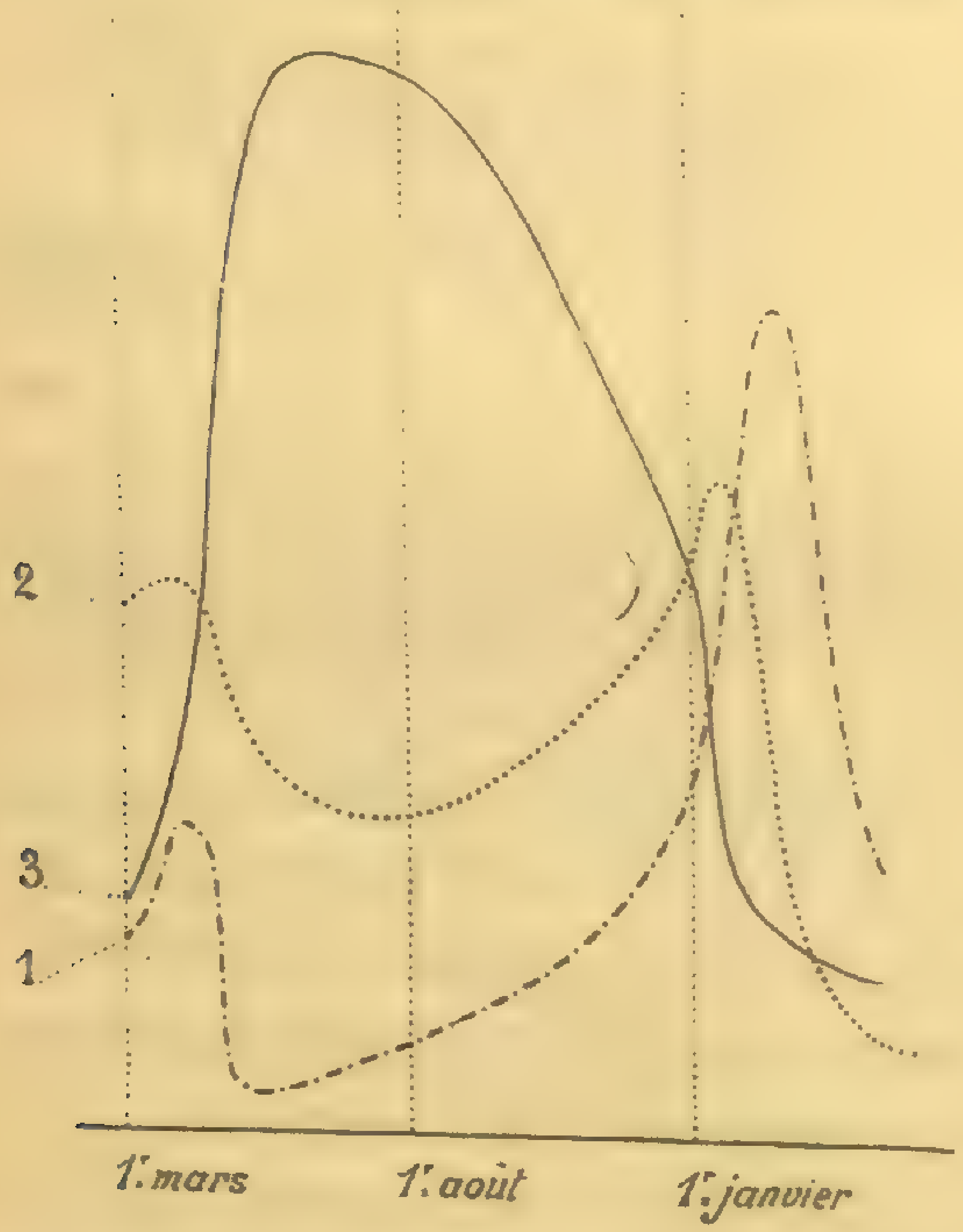


Fig. 70. — 1, sucres ; 2, dextrine ; 3, amidon.

La figure 2 renferme trois courbes représentant, l'une la variation de la proportion de l'ensemble des sucres pendant toute la durée du développement, l'autre la variation de la dextrine et la troisième la variation de l'amidon ou plus généralement des hydrates de carbone insolubles dans l'eau. Ces courbes mettent en évidence les changements qui se produisent dans le tubercule pendant la période de vie ralentie, de Mai en Septembre ; la transformation de l'amidon en dextrine, puis en sucre commence à s'y effectuer bien avant que les bulbes ne commencent à germer.

On peut mettre en évidence l'action des diastases qui produisent la digestion des matières amylacées en réduisant les bulbes frais en pulpe, et en laissant macérer dans l'eau pendant 24 heures. La décomposition des matières de réserve est ainsi accélérée et les produits de la digestion s'accumulent au lieu d'être absorbés par la plante en voie de développement. En opérant ainsi le 10 Février sur des vieux bulbes j'ai obtenus les résultats suivants :

	Sucres		Hydrates de carbone		
	réducteurs	non réducteurs	solubles	non solubles	Total
Bulbes entiers. .	9 °/₀	26 °/₀	12 °/₀	9 °/₀	56 °/₀
Bulbes écrasés. .	14 »	28 »	10 »	3 »	55 °/₀

On voit que les transformations produites pendant la macération sont dans le même sens que celles que montre l'étude du bulbe considéré à une époque plus avancée. L'amidon a diminué plus que la dextrine; les sucres, surtout les sucres réducteurs, ont augmenté.

Le dernier terme de la digestion des matières amylacées est donc du sucre réducteur; mais, comme on trouve toujours en même temps une certaine proportion de sucre non réducteur, il se peut qu'on affaire non à du glucose proprement dit mais à un sucre comparable au maltose ayant un pouvoir réducteur moindre que le glucose, et pouvant être transformé en glucose par les acides.

La Tulipe est donc un exemple particulièrement favorable pour l'étude de la formation et de la digestion des matières amylacées. Les produits intermédiaires ne disparaissent pas presque aussitôt qu'ils sont formés comme cela se voit dans d'autres plantes telles que l'Arum et surtout la Pomme de terre; ils séjournent pendant un certain temps dans le bulbe et s'y accumulent en quantité relativement considérable.

J'ai étudié aussi la variation de la proportion d'eau dans les bulbes considérés aux diverses époques de leur développement. Le tableau 6 indique le résultat de mes observations.

TABLEAU 6

	Poids de la matière fraîche	Poids de la matière sèche	Eau	Eau °/₀ de matière sèche
	—	—	—	
	Grammes	Grammes	Grammes	
8 mars.	5,694	1,037	4,657	449
27 mars.	11,914	1,854	10,060	543
1 mai	11,822	2,768	9,054	327
18 juin	19,848	6,245	13,603	217
4 décembre . . .	15,420	5,664	9,756	172
29 décembre . . .	11,947	3,267	8,680	265
10 février	14,098	2,575	11,523	447
27 mars.	5,906	0,732	5,174	706

La proportion d'eau dépend de l'état du développement et varie dans le même sens que la quantité du sucre. Dans la première période de la formation, il y a un maximum de l'eau correspondant au maximum du sucre; puis l'eau passe par un minimum pendant la vie ralentie et augmente ensuite pendant la digestion des réserves.

(A suivre).

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX
SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX

par Ch. **DASSONVILLE** *(Fin).*

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

A. — ÉNONCÉ DES RÉSULTATS PRINCIPAUX

I

Les principaux résultats qui ont été obtenus dans l'étude de l'action générale des sels (première partie, chapitre premier) peuvent être résumés ainsi :

Dans une solution minérale convenablement choisie, les plantes poussent vigoureusement et donnent des fleurs et des fruits. Dans l'eau distillée, les plantes restent chétives et ne fleurissent ordinairement pas, bien que la durée de leur vie soit généralement aussi longue, parfois même plus longue que dans la solution minérale.

Quand on compare la structure des plantes *en voie de croissance, mais de même âge*, on constate les faits suivants : En présence des sels, les éléments anatomiques sont très nombreux et ont de grandes dimensions. La cutinisation, la sclérification et la lignification sont très faibles. Dans l'eau distillée, les éléments anatomiques sont peu nombreux et ont de petites dimensions. La cutinisation, la sclérification et la lignification sont très accentuées.

On pourrait croire, d'après ce dernier résultat, que, dans l'eau distillée, la plante acquiert une plus grande différenciation que dans une solution qui lui fournit un abondant aliment. Nous verrons plus loin comment doit être interprété ce fait, en apparence paradoxal.

II

L'action spéciale à chaque sel, qu'elle ait été étudiée par la méthode des cultures en solutions aqueuses, ou qu'elle ait été fondée sur des expériences en pleine terre, peut être résumée de la façon suivante :

1° *Le sulfate de magnésie* retarde la croissance, au début de la végétation ; plus tard, il l'active et se montre indispensable aux besoins de la plante.

Dans certains cas (Ricin), l'action retardatrice porte principalement sur la racine terminale, qui reste atrophiée. Plus tard, naissent des racines adventives, en nombre d'autant plus grand que le milieu renferme plus de sel ; la plante croît dès lors en raison directe du développement de ces racines.

Dans d'autres cas (Chanvre), il n'y a pas de système adventif. Les vaisseaux primaires se développent mal en présence du sulfate ; mais ce sel active le développement du bois secondaire qui, dès lors, supplée à l'insuffisance des vaisseaux primaires et modifie l'allure générale de la végétation.

L'effet avantageux du sulfate de magnésie passe par un optimum.

2° Le *phosphate de potasse* est, en tout temps, indispensable à la végétation. Quand le milieu n'en contient pas, les racines sont parfois atrophiées et prennent une forme spéciale, caractéristique (Lupin, Blé, Avoine, Courge).

La dose la plus favorable à la végétation augmente seulement la quantité d'eau dans la plante (Sarrasin), mais quelquefois aussi la substance sèche (Chanvre); elle donne aux tissus une différenciation plus grande, surtout au niveau du péricycle.

Le phosphate de potasse produit ordinairement de très grandes modifications de structure. Ainsi, il active la sclérification du péricycle de l'axe hypocotylé du Ricin ; il lignifie le cylindre central de la racine du Blé ainsi que la base de la tige de cette plante et joue ainsi un rôle préventif contre la « *verse* » des céréales.

3° Le *silicate de potasse* donne aux feuilles une couleur vert foncé et un brillant particulier ; il ne prévient pas la « *verse* ». Il lignifie les cellules périphériques du sommet de la tige ; il modifie aussi la structure de la feuille, mais il n'a pas d'action appréciable sur les tissus des autres organes.

4° Les *nitrates* ont une action très différente suivant les espèces, suivant l'époque de la végétation et suivant les doses.

Actuellement, il nous est impossible de formuler une loi générale sur leur action et nous renvoyons, pour les détails, au chapitre deuxième de la première partie de ce travail (Voir : Lupin, Blé, Avoine, Aubergine, Ipomée, Tomate, Pin).

En sol naturel, l'*azotate d'ammoniaque* et l'*azotate de potasse* se sont montrés les sels les plus avantageux pour le Chanvre et pour le Sarrasin. L'*azotate de soude* a eu, au contraire, une action nuisible. Quelle que soit leur base, les nitrates ont toujours donné aux feuilles une teinte verte spéciale qu'il convient d'attribuer à l'influence de l'acide azotique.

5° La *potasse* favorise la croissance et augmente la quantité d'eau contenue dans la plante ; mais elle retarde la différenciation des éléments de soutien. Ce retard peut être considérable au point d'être cause de la « *verse* » chez les Graminées.

6° La *soude* favorise moins la croissance que la potasse ; mais elle hâte la lignification de la base de la tige et *prévient la verse.*

7° La *chaux* et la *magnésie* ont des effets utiles sensiblement égaux sur la végétation du Chanvre et du Sarrasin.

8° L'ordre d'utilité décroissante des acides, chez ces deux espèces, est le suivant : 1° *Acide azotique ;* 2° *acide phosphorique ;* 3° *acide chlorhydrique.*

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Nous avons vu précédemment que, chez des plantes *en voie de croissance et de même âge*, la cutinisation, la sclérification et la lignification sont plus accentuées dans l'eau distillée que dans une solution nutritive.

Or, ce fait ne semble-t-il pas étrange ? N'est-ce donc pas un caractère de supériorité pour un être que de présenter une plus grande différenciation, et l'effet d'une nourriture plus abondante ne devrait-il pas être de provoquer un tel perfectionnement organique ? En un mot, ne devrions-nous pas nous attendre à trouver exactement l'inverse de ce que nous constatons ici ?

Cherchons à nous expliquer ce résultat, et, pour fixer les idées, comparons les figures 55 et 56 (Planche 9) relatives à l'Avoine.

La première représente la racine qui a vécu dans l'eau distillée. Elle nous montre un *vaisseau central unique* et un cercle de *six* faisceaux réduits à un seul vaisseau.

La seconde représente la racine de la solution minérale. Dans la région centrale il y a un *grand nombre de vaisseaux* ; puis, contre l'endoderme, un cercle de *douze* faisceaux.

Par conséquent, un des effets de la solution nutritive est de produire un système conducteur plus développé. De plus, l'aspect des deux coupes nous montre d'une façon bien claire que l'on a affaire, d'une part, dans l'eau distillée, à une plante qui ne forme plus de cellules nouvelles et dont la structure est complètement différenciée ; d'autre part, dans la solution minérale, à une plante qui multiplie encore ses éléments et ne les différenciera complètement que plus tard.

Pour nous expliquer comment ces deux états si différents existent au bout du même temps, comparons l'état actuel et définitif de la structure dans l'eau distillée à l'état plus jeune d'une coupe de racine développée dans le milieu salin, au moment où cette dernière coupe présente un aspect général semblable à celui de la structure actuelle dans l'eau distillée ; c'est-à-dire quand le premier vaisseau de chaque faisceau vient d'apparaître.

A partir de cet instant, l'Avoine, trouvant dans la solution de Knop amplement à se nourrir, les cellules sont restées plus longtemps jeunes et à parois minces ; elles ont proliféré abondamment. Leur protoplasma a utilisé les matériaux contenus dans la solution saline pour s'accroître et produire de nouveaux éléments.

Au contraire, faute d'aliments, dans l'eau distillée, le protoplasma a été incapable de donner naissance à de nouvelles cellules ; et, par une sclérose hâtive, la plante a atteint de bonne heure sa structure histologique définitive.

C'est seulement après l'époque où on a comparé les figures que, dans la solution de Knop, la plante, ayant beaucoup multiplié ses éléments, achèvera, elle aussi, sa différenciation histologique, sa sclérose, qui devient alors, pour chaque cellule, aussi accentuée que dans l'eau distillée.

La sclérose hâtive que nous avons signalée, loin d'être un indice de supériorité organique, n'est donc, au contraire, que l'effet de conditions de nutrition défavorables.

En somme, dans l'eau distillée la racine achève plus rapidement la différenciation de ses éléments, dans une structure plus simple que celle de la plante vivant en milieu salin.

Ainsi, il est vrai que l'absence absolue des aliments a pour effet de sclérifier les tissus dès le jeune âge, tandis qu'au contraire la présence des sels retarde beaucoup la différenciation anatomique. Mais, il convient de faire observer maintenant qu'entre deux solutions nutritives de valeurs alimentaires inégales, on observe que la plus favorable au développement est souvent celle qui donne le plus tôt des différenciations. Ainsi, par exemple, le phosphate de potasse, qui active la croissance du Ricin, fait naître de bonne heure des fibres péricycliques dans l'axe hypocotylé de cette plante ; le sulfate de magnésie, à la dose la plus favorable à la croissance, hâte la différenciation des vaisseaux de la tige.

Or, remarquons que, dans ces cas, les tissus qui se différencient sont des tissus particuliers, destinés à jouer un rôle déterminé ; mais à côté de ces différenciations spéciales, l'assise génératrice conserve la propriété de se diviser, compliquant ainsi la structure.

Cela n'est en rien comparable à ce qui se passe dans l'eau distillée, où nous avons vu une sclérose hâtive arrêter toute prolifération cellulaire ultérieure.

On conçoit, dès lors, qu'entre trois individus de même espèce vivant respectivement dans un sol stérile, dans un sol de fertilité moyenne et dans un sol extrêmement fertile, on puisse observer des différences de structure considérables. Et, en effet, le premier, en sol stérile, aura une structure simple et une différenciation précoce ; le second, en sol de fertilité moyenne, aura une structure compliquée et une différenciation tardive ; le troisième aura une structure compliquée et cependant certains de ses tissus pourront se différencier rapidement.

Recherchons maintenant quels sont les tissus dont la structure est modifiée par l'action des sels : Nous voyons qu'en présence des substances minérales, il se produit des lacunes aérifères dans l'écorce de la racine (Fig. 43, Pl. 8), lacunes qui ne se forment pas lorsque la plante vit dans l'eau distillée (Fig. 88 Pl. 14) ; que, sous l'action de sels différents, le parenchyme médullaire peut être très développé ou faire défaut (Ricin, Fig. 59 et 60, Pl. 10) ; que la zone génératrice peut être le siège de cloisonnements très nombreux (Ricin, Fig. 62, Pl. 10) ou très rares (Ricin, Fig. 61, Pl. 10); que les cellules peuvent être petites (Fig. 71, Pl. 11), ou grandes (Fig. 70, Pl. 11) : que l'appareil sécréteur est lui-même influencé par la nature des sels (Fig. 59 et fig. 60, Pl. 10).

Quoique déjà grandes, ces différences ne sont pas les plus importantes que l'on puisse constater quand on compare des *plantes de même espèce, en voie de croissance et de même âge.* Dans ces conditions, on observe des particularités de structure qui, comme nous l'avons dit plus haut, sont en quelque sorte provisoires, mais qui n'en font pas moins différer considérablement la structure d'une même espèce, au moment donné. Ces particularités ont surtout trait à la cutinisation, à la sclérification et à la lignification.

Il n'est pas hors de propos de citer ici quelques exemples qui suffiront à montrer combien il serait dangereux de classer les végétaux d'après les caractères anatomiques observés chez des plantes en voie de croissance et soumis à des alimentations différentes.

1° *Cutinisation.* — En l'absence des sels, l'épiderme de la tige est cutinisé (Blé, Seigle, Avoine). Il l'est aussi quand le milieu renferme de la soude (Blé) ou du silicate de potasse (Blé, entre-nœuds supérieurs).

Dans la solution de Knop, les cellules de l'épiderme sont minces.

2° *Sclérification.* — Dans l'eau distillée, les cellules du mésophylle sont très fortement sclérifiées (Maïs, Avoine et Blé); les cellules du cylindre central de la racine d'Avoine, celles qui avoisinent les faisceaux de la tige de Sarrasin, sont aussi très fortement sclérifiées.

Dans la solution de Knop, la sclérification de ces éléments est très faible, sinon nulle.

3° *Lignification.* — D'une façon générale, dans l'eau distillée, les tissus se montrent rapidement très lignifiés chez tous les végétaux. Ils le sont, chez les Graminées, par la soude (Blé, Avoine), par un excès de phosphate de potasse (Blé).

Dans la solution de Knop, ces plantes *versent* avant d'avoir présenté la moindre trace de lignification.

On voit donc que les sels agissent sur la structure des tissus les plus divers et que, dès lors, l'anatomie de deux plantes de même espèce, considérées à un moment donné, peut être très dissemblable.

Les recherches d'anatomie expérimentale effectuées depuis une quinzaine d'années ont montré jusqu'à quel point les divers tissus des plantes peuvent varier suivant les conditions du milieu. L'étude de l'action des sels recule encore les limites des variations.

Ainsi, on savait que, chez une même espèce, la structure varie suivant les conditions climatériques auxquelles les plantes sont soumises. On peut ajouter maintenant qu'elle varie avec la composition chimique du sol. C'est donc dire que l'anatomie des végétaux de la flore naturelle peut être très différente chez une même espèce, même dans des contrées très rapprochées, puisque le sol dans lequel croissent ces végétaux peut être riche en chaux (roches calcaires), en silice (roches siliceuses), en magnésie (dolomie), en potasse (roches feldspathiques), etc... ou, au contraire, être presque complètement dépourvu de ces éléments.

En présence de ces faits, on se demande s'il y a des caractères anatomiques vraiment immuables, constants, quel que soit le milieu dans lequel le végétal s'est développé.

Jusqu'ici, nous pouvons dire qu'il en existe au moins un ayant ce privilège. Nous voulons parler de la disposition relative des faisceaux du bois et des faisceaux du liber, soit dans la racine, soit dans la tige, disposition qui s'est maintenue constante à côté des variations énormes constatées pour tous les tissus.

De nombreux travaux ont déjà été faits dans le but de préciser la structure anatomique des végétaux et de faire servir les connaissances acquises à fixer avec plus d'exactitude les affinités des plantes entre elles, en d'autres termes, d'appliquer l'anatomie à la classification. Certes, de fort intéressants résultats ont été déjà obtenus à cet égard; mais les variations dues à l'influence de certains milieux sont si considérables, qu'il y a lieu de se demander si certaines différences anatomiques constatées ne sont pas dues parfois aux différences des milieux dans lesquels les plantes comparées ont vécu.

Ne risque-t-on pas, en effet, de donner une signification taxinomique à des faits d'ordre purement physiologique ?

Pour comparer les gaz entre eux au point de vue de leur densité, ne doit-on pas les prendre tous à 0° et à 760 ?

De même les recherches anatomiques devraient porter sur des plantes ayant vécu dans le même milieu, mêmes conditions de lumière, chaleur, etc. L'expérimentation est donc nécessaire si l'on veut obtenir toute l'exactitude dont l'anatomie a besoin pour les comparaisons et ses classifications.

Ces recherches ont été faites au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau et au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne. Elles ont été entreprises sur les indications de M. Gaston Bonnier et sous sa direction. Je suis heureux de lui témoigner ici toute ma reconnaissance pour son bienveillant accueil et pour les excellents conseils qu'il n'a cessé de me donner.

J'adresse aussi mes bien vifs remerciements à M. Dufour, pour son précieux concours et l'aide obligeante qu'il m'a prêtée avec tant d'amabilité.

EXPLICATION DES PLANCHES

(*Planches* 5 *à* 14)

Planche 5

Fig. 24. — *Maïs*. Racine. Solution de Knop.
Fig. 25. — *Maïs*. Racine. Eau distillée.
Fig. 26. — *Maïs*. Feuille. Solution de Knop.
Fig. 27. — *Maïs*. Feuille. Eau distillée.
Fig. 28. — *Grand Soleil*. Deux faisceaux de la tige. Solution de Knop.
Fig. 29. — *Grand Soleil*. Tige. Région comparable à la figure 28. Eau distillée.

Planche 6

Fig. 30. — *Pomme de Terre*. Tige. Solution de Knop.
Fig. 31. — *Pomme de Terre*. Tige. Eau distillée.
Fig. 32. — *Sarrasin*. Tige. Solution de Knop.
Fig. 33. — *Sarrasin*. Tige. Eau distillée.
Fig. 34 — *Chanvre*. Axe hypocotylé. Solution de Knop avec sulfate de magnésie 0.500/1000.
Fig. 35. — *Chanvre*. Axe hypocotylé. Solution de Knop sans sulfate de magnésie.

PLANCHE 7

Fig. 36. — *Lin.* Racine. Solution de Knop (15e jour).

Fig. 37. — *Lin.* Racine. Eau distillée (15e jour).

Fig. 38. — *Lin.* Axe hypocotylé. Solution de Knop.

Fig. 39. — *Lin.* Axe hypocotylé. Eau distillée.

Fig. 40. — *Pomme de terre.* Tige développée en milieu aquatique. Eau distillée.

Fig. 41. — *Seigle.* Racine. Solution de Knop. Sans nitrates.

Fig. 42. — *Seigle.* Racine. Solution de Knop sans phosphate de potasse.

PLANCHE 8

Fig. 43. — *Blé.* Racine dans la solution de Knop (Région supre).

Fig. 44. — *Blé.* Même région dans la solution de Knop avec phosphate de potasse 0.500/1.000

Fig. 45. — *Blé.* Deuxième entre-nœud inférieur, dans l'eau distillée (40e jour de végétation).

Fig. 46. — *Blé.* Même région dans la solution de Knop (40e jour).

Fig. 47. — *Blé.* Deuxième entre-nœud inférieur dans une solution sodée (60e jour).

Fig. 48. — *Blé.* Même région dans la liqueur de Knop à la potasse (60e jour).

Fig. 49. — *Blé.* Même région avec phosphate de potasse 0.500/1.000 (60e jour).

Fig. 50. — *Blé.* 3me entre-nœud supérieur avec phosphate de potasse 0.500/1.000.

Fig. 51. — *Blé.* Même région avec phosphate de potasse 0.500/1.000 et silicate de potasse 2/1.000.

PLANCHE 9

Fig. 52. — *Avoine.* Deuxième entre-nœud inférieur dans l'eau distillée.

Fig. 53. — *Avoine.* Deuxième entre-nœud inférieur dans la solution de Knop à la potasse.

Fig. 54. — *Avoine.* Même région dans une solution de Knop sodée.

Fig. 55. — *Avoine.* Racine. Eau distillée.

Fig. 56. — *Avoine.* Racine. Solution de Knop.

PLANCHE 10

Fig. 57. — *Ricin.* Racine. Solution de Knop. Extrémité inférieure.

Fig. 58. — *Ricin.* Même région dans la solution de Knop privée de phosphate de potasse.

Fig. 59. — *Ricin.* Racine. Solution de Knop. Région moyenne.

Fig. 60. — *Ricin.* Même région, dans une solution de Knop privée de phosphate de potasse.

Fig. 61. — *Ricin.* Axe hypocotylé. Solution de Knop sans phosphate de potasse.

Fig. 62. — *Ricin.* Même région, dans la solution de Knop.

Fig. 63. — *Ricin.* Tige. Solution de Knop.

Fig. 64. — *Ricin.* Tige. Solution de Knop privée de phosphate de potasse.

PLANCHE 11

Fig. 66. — *Tomate.* Racine. Solution sodée.

Fig. 67. — *Tomate.* Même région. Solution potassique.

Fig. 68. — *Tomate.* Axe hypocotylé. Solution potassique.

Fig. 69. — *Tomate.* Même région. Solution sodée.

Fig. 70. — *Tomate.* Tige. Solution sodée.

Fig. 71. — *Tomate.* Même région. Solution potassique.

PLANCHE 12

Fig. 72. — *Chanvre.* Feuille de la 2ᵉ paire comptée à partir du sommet, solution de Knop avec sulfate de magnésie 10/1.000.

Fig. 73. — *Chanvre.* Feuille comparable. Solution de Knop avec sulfate de magnésie 1/1.000.

Fig. 74. — *Chanvre.* Feuille comparable. Solution de Knop avec sulfate de magnésie 0,5/1.000.

Fig. 75. — *Chanvre.* Feuille comparable. Solution normale de Knop. Sulfate de magnésie 0,2/1.000.

Fig. 76. — *Chanvre.* Feuille comparable. Solution de Knop, sans sulfate de magnésie.

Fig. 77. — *Ricin.* Feuille. Solution de Knop.

Fig. 78. — *Ricin.* Feuille. Solution de Knop sans sulfate de magnésie.

Fig. 79. — *Ricin.* Feuille. Solution de Knop sans phosphate de potasse.

Fig. 80. — *Ipomœa Volubilis.* Solution de Knop sans azotates.

Fig. 81. — *Ipomœa Volubilis.* Solution de Knop privée de nitrates au début du développement. Ces sels n'ont été ajoutés que tard, au milieu de culture.

Fig. 82. — *Ipomœa Volubilis.* Avec nitrate à la dose 1 gr. 250/1.000.

PLANCHE 13

Fig. 83. — *Chanvre.* Racine, région moyenne. Solution de Knop sans sulfate de magnésie.

Fig. 84. — *Chanvre.* Racine, région moyenne. Solution de Knop avec sulfate de magnésie 0.5/1.000.

Fig. 85. — *Chanvre.* Racine, extrémité supérieure. Solution de Knop sans sulfate de magnésie.

Fig. 86. — *Chanvre*. Tige. Solution de Knop sans sulfate de magnésie.

Fig. 87. — *Chanvre*. Tige. Solution de Knop avec sulfate de magnésie 0.5/1.000.

Planche 14

Fig. 88. — *Blé*. Racine. Eau distillée.

Fig. 89. — *Fève*. Tige. Solution de Knop.

Fig. 90. — *Fève*. Tige. Eau distillée.

Fig. 91. — *Blé*. Feuille. Eau distillée.

Fig. 92. — *Blé*. Feuille. Solution de Knop sodée.

Fig. 93. — *Avoine*. Feuille. Eau distillée.

Fig. 94. — *Avoine*. Feuille. Solution de Knop.

LETTRES COMMUNES

Ep.s, épiderme supérieur ; — *Ep.i*, épiderme inférieur ; — *Wmx*. métaxylème ; — *v. p*, bois primaire ; — *v. s*, bois secondaire ; — *l*, liber primaire ; — *ll*, liber secondaire ; — *p. c*, péricycle ; — *end*, endoderme ; — *scl*, sclérenchyme ; — *a. p*, assise pilifère ; — *a.g*, assise génératrice libéro-ligneuse secondaire ; — *m*, moelle ; — *lit*, tissu libériforme (chez les Graminées) ; — *bull*, cellules bulliformes (feuille des Graminées) ; — *ass. l*, (assise limite).

REVUE DES TRAVAUX

SUR

LA DESCRIPTION ET LA GÉOGRAPHIE DES LICHENS

PUBLIÉS EN 1894-1897 *(Fin).*

Les Allemands continuent l'exploration de la côte Est, qui leur appartient, et dans l'Usambara, MM. Stuhlmann, Saint-Paul-Hilaire et Volkens et plusieurs autres collecteurs ont ramassé 295 espèces de Lichens et 123 variétés, déterminées par M. Müller (1). Cet auteur en décrit 55 des premières et 26 des secondes comme nouvelles, ce qui fait un total de 81 nouveautés. Il faut remarquer que sur ce total de 295 espèces, 70 sont propres à l'Afrique, 30 lui sont communes avec les régions de l'Est de l'ancien monde, et 40 avec les régions chaudes de l'Amérique. Les 155 espèces qui restent, un peu plus de la moitié du total, vivent également en Afrique, en Amérique et dans les pays orientaux, et enfin 100 espèces, un tiers environ, appartiennent à la végétation tropicale ou subtropicale. Il y a peu de Lichens foliacés nouveaux : *Sticta Volkensii*, *S. (Ricasolia) Holstiana*, *Parmelia nitens*, *Physcia abbreviata*, *Phyllopsora brachyspora* et *Ph. pannosa*. Les nouveautés se trouvent principalement dans les Lichens crustacés et surtout dans les Lécidées, 11 espèces, et les Graphidées, 22 espèces ; les Pyrénocarpées n'en ont que 9. Dans la partie de cette même côte, qui appartient à l'Angleterre, le prince H. Liechtenstein et le docteur Pospischill ont récolté des Lichens qui ont été envoyés au Muséum du Jardin botanique de l'Université de Vienne. La détermination en a été confiée à M. STEINER (2) qui, sur 47 espèces, en a reconnu 18 nouvelles avec 5 variétés ; sur les 29 qui restent, 14 sont communes à l'Europe et à l'Afrique et les 15 autres appartiennent à la végétation tropicale ou subtropicale. Parmi les Lichens européens le *Rhizocarpon viridiatrum* n'avait pas encore été vu en Afrique ; l'*Acarospora tersa* et le *Verrucaria glaucina* avaient été récoltés en Algérie, le *Rinodina lævigata*, dans le Sahara, le *Caloplaca rubelliana* en Algérie et en Abyssinie, et le *Buellia italica* et *Diploschistes actinostomus* var. *æneus* au cap de Bonne-Espérance. Quant au *Graphis diaphoroides*, propre à l'Afrique, il ne s'était encore rencontré que dans cette dernière région. Parmi les nouveautés, il faut distinguer 2 *Usnea*, *U. perhispidella* et *U. Liechtensteini*. Notons 4 Lichens nouveaux pour l'île Maurice (1), 3 *Graphis* et 1 *Opegrapha*, conservés dans l'Herbier de Kew et passons sur la côte occidentale pour finir par l'Algérie et la Tunisie.

---

(1) J. Müller : *Lichenes Usambares* (Ext. de l'Engler's botanischen Jahrbüchern, 1884); br. in-8° de 61 pages.

(2) J. Steiner : *Flechten aus Britisch-Ostafrica* (Extr. du Sitzungsberichten der K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1887); br. in-8° de 28 pages.

Les Lichens de l'île d'Annobon de M. NYLANDER, récoltés par M. Newton en 1892 sont la continuation de l'exploration des petites îles portugaises du golfe de Guinée (2). Les îles d'Annobon et des Tortues sont volcaniques et ont fourni surtout des Lichens saxicoles. Le total en est de 31, dont 14 avaient été trouvés dans les îles de Saint-Thomas, du Prince et des Chèvres. Sur les 15 restants, 2 sont nouveaux, *Physcia devertens* et *Placodium crispicans*. Le seul caractère indiqué pour séparer le premier de son voisin, le *Ph. picta* (Sw.), est la réaction; ce caractère est insuffisant, s'il est seul, pour établir une espèce. Sur ces 31 espèces, la moitié environ, 15, est commune à l'Europe.

Une petite collection de 36 Lichens déterminés par M. Nylander, a été publiée par les soins de M. Henriquès, professeur à l'Université de Coïmbre (3). Elle a été formée dans des possessions portugaises bien éloignées les unes des autres : dans les îles du Cap-Vert, Saint-Nicolas et Saint-Jacques par M. Cardoso, près du fleuve Lorenzo-Marquez, qui sépare la Cafrerie de la Capitainerie de Mozambique, par M. Quintas (4), et enfin sur le territoire de Mozambique par l'évêque Emeria. Les îles du Cap-Vert ont fourni 9 espèces, dont 5 *Ramalina* sur les 6 de la liste; le fleuve Lorenzo-Marquez, 12 et le Mozambique, 19, mais une espèce de cette région est commune avec la collection de M. Quintas, et 3 autres ont été récoltées en même temps par ce dernier et M. Cardoso, ce qui amène le total de 40 que nous obtenions tout à l'heure à 36. Les 4 espèces nouvelles appartiennent, l'une, *Pixine sulphurans*, aux rives du fleuve Lorenzo-Marquez et les trois autres au Mozambique, *Opegrapha medusulina*, *Graphis infida* et *Verrucaria pleiomeriza*. Les descriptions n'en sont pas longues, deux lignes ou deux lignes et demie, sont-elles suffisantes pour faire distinguer l'espèce, c'est fort douteux, et certainement celle du *Graphis* ne l'est pas, car la couleur des spores n'est même pas indiquée. Sans sortir des possessions portugaises dans l'Afrique, le même M. Henriquès a publié 31 espèces de Lichens (5) récoltées par M. Carreiro et déterminées par M. Nylander; 7 ou 8 d'entre elles seulement ne végètent pas en Europe. Dans la préface, M. Henriquès dit que Seubert, en 1844, a signalé 10 Lichens dans les îles Açores, et Drouet 41, en 1866, mais il n'établit aucune comparaison entre ces listes et la sienne. Dans les îles Canaries, M. Müller signale (1) une variété nouvelle de l'*Amphiloma elegans*, la var. *imbricatum*, récoltée par Despréaux et O. Kuntze.

---

(1) J. Müller : *Thelotremeæ et Graphideæ novæ*, n^os 18, 20, 28 et 17.

(2) W. Nylander : *Enumération des Lichens de l'île d'Annobon*, 1896; br. in-8° de 8 pages.

(3) W. Nylander : *Lichenes insularum Guineensium*. (Revue générale de Botanique, t. II, p. 408).

(4) *Lichenes africani a cl. J. A. Cardoso ins. S. Nicolai et S. Jacobi, F. Quintas Lourenço Marques et in agro Moçambicense determinatione R. R. Emeriæ episcopi lecti* (Extr. du Boll. du Soc. Brot., 1895); br. in-8° de 4 pages.

(5) *Contribuiçao para o estudo da Flora cryptogamica dos Açores* (Extr du Bol. du Soc. Brot., 1895); br. in-8° de 5 pages.

En Algérie, le regretté M. Flagey, dont la mort vient d'être annoncée (2), a publié, en 1895, la troisième centurie de ses Lichens d'Algérie (3) et l'année suivante le Catalogue (4) de ses récoltes et de toutes les espèces connues de cette région, avec l'indication de ses exsiccatas de 1 à 307. L'Algérie, paraît-il, présente encore de grandes étendues non explorées au point de vue des Lichens, elle doit en recéler une grande abondance, car M. Flagey, qui n'a parcouru qu'une partie de la province de Constantine, en énumère ou décrit près de 520 espèces; il y joint ceux de ses prédécesseurs, et il en est peu de ceux-ci qu'il n'ait pas retrouvés. Cette flore est celle du bassin méditerranéen; elle n'a rien de tropical ni même de subtropical, car le genre *Graphis* y fait complètement défaut, et toutes les Graphidées réunies n'arrivent qu'à la somme de 22. Elle est surtout riche en Lichens crustacés, Lécanorées, Lécidées et Verrucariées; les espèces fruticuleuses ou foliacées n'atteignent pas le cinquième du total, 85 sur 519. Les *Cladonia* sont peu nombreux, mais les *Cl. endiviæfolia* et *alcicornis* s'y développent très bien, le premier sans toutefois y fructifier; on n'y voit que deux *Gyrophora*, mais il est fort probable que le nombre des espèces de ce genre augmenterait si on visitait les montagnes de la province d'Alger, qui s'élèvent à plus de 2000 mètres. Les espèces nouvelles sont au nombre de 34; nulles dans les Lichens à thalle fruticuleux ou foliacé, elles sont dispersées dans les genres à thalle crustacé et parmi les Collemacées: le genre *Lecania*, qui en a 4, est le plus favorisé. Toutes ces espèces sont disposées d'après la méthode de Massalongo. L'une d'elles, le *Ramalina maciformis*, est au moins douteuse, et l'exsiccata qui a été publiée sous son nom ne lui appartient pas. Il me paraît difficile de regarder le *R. thrausta* comme une variété du *R. calicaris*, auquel n'appartient même pas le *R. fraxinea*, qui présente un cortex différent. Quand on descend vers le sud, la végétation lichénique change un peu, les thalles fructiculeux manquent et elle prend un aspect assez singulier par la fréquence sur la terre des *Heppia* et des *Endocarpon* et sur les rochers des *Omphalaria* et *Psorotichia*.

---

(1) J. Müller : *Lichenes exotici*, n° 147.

(2) Le 27 janvier 1898.

(3) C. Flagey : *Lichenes algerienses exsiccati*.

(4) C Flagey : *Catalogue des Lichens de l'Algérie*, Alger, 1896, vol. in-8° de 141 pages.

C'est cette flore, déjà connue par les récoltes de M. Norrlin (1) qu'expose M. Steiner (2), au moins en partie, en publiant les Lichens récoltés à Biskra dans le nord-ouest du Sahara. Ils sont au nombre de 15, 16 avec un Champignon, et 4 d'entre eux sont donnés comme nouveaux, mais M. Flagey a fait remarquer, dans le Supplément à son Catalogue, que l'*Heppia subrosulata* Steiner spec. nov. avait été déjà décrite par M. Nylander sous le nom de *H. cervinella;* restent donc comme nouveautés *Collemposidium calcicola* (*C. calcicolum*, comme le dit M. Steiner, est un solécisme, faute du reste assez fréquente chez les lichénologues. Ovide (3) a écrit : ruricola aratrum), *Lecanora platycarpa*, regardé par son auteur comme le type du *L. circummunita*. Le tiers des vrais Lichens de cette petite collection, soit 5 espèces, appartient à la classe des Lichens gélatineux, *Psorotichia*, *Omphalaria*, etc., caractéristiques des roches calcaires de cette région.

La flore des Lichens de la Tunisie (4) a de grandes affinités avec celle de l'Algérie et du Sahara et en même temps avec celle de l'Egypte. On y trouve des Collémacées, des *Heppia* et des *Endocarpon*, et en plus le *Lecanora crassa* f. *deserti* Müll. Arg., *Squamaria lentigera* f. *deserti* Nyl. qui, là comme en Egypte, s'étend sur de grandes surfaces avec son thalle blanc. En l'apercevant de loin, m'a dit M. Patouillard, on croirait que la terre est couverte de neige. C'est ce savant mycologue qui a récolté les 53 espèces de cette petite collection. On y remarque 4 espèces et 5 variétés nouvelles, et parmi ces dernières 1 *Peccania* (Collemacées) et 1 *Heppia*. Les premières sont : *Heppia furva*, *Lecanora albido-aurantiaca*, *Lecidea Patouillardi* et *L. tunetana*. Les Lichens de cette contrée, devenue française, sont encore peu connus et il serait bien à désirer qu'un lichénologue allât l'explorer. En attendant, j'aurai encore l'occasion d'en parler, car il reste à étudier deux petites collections, l'une faite par M. Patouillard à son second voyage, et l'autre par M. Letourneux.

---

(1) W. Nylander : *Symbolæ quædam ad lichenographiam Sahariensem*, in Flora, 1878.

(2) J. Steiner : *Ein Beitrag zur Flechtenflora der Sahara* (Extr. du Sitzungsberichten der K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1895) ; br. in-8° de 11 p.

(3) Ovide : *Trist.* IV, 6, 1.

(4) A. Hue : *Lichenes Tunisiæ* (Extr. du *Catalogue raisonné des plantes cellulaires de la Tunisie faisant partie de l'Exploration scientifique de la Tunisie publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique*), br. in-8° de 16 pages.

Abbé Hue.

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'École de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

CHAUVEAUD, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Études.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

COUPIN, docteur ès sciences.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur es sciences.

Hue (l'abbé), laureat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maitre de Conferences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maitre de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Octobre 1898

N° 118

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1898

I. — RECHERCHES SUR LES RÉSERVES HYDROCARBONÉES DES BULBES ET DES TUBERCULES (avec figures dans le texte), par **M. Leclerc du Sablon** *(suite)* 385

II. — RECHERCHES SUR LE BLACK ROT DE LA VIGNE (avec planche), par **M. A. Prunet** *(fin)*. . . . 404

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896, par **M. Marin Molliard** . 423

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

Planche 21. — *Le Black Rot de la Vigne.*

Cette livraison renferme en outre neuf gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES

SUR

LES RÉSERVES HYDROCARBONÉES

DES BULBES ET DES TUBERCULES

par **M. LECLERC DU SABLON** *(Suite)*

HYACINTHUS ORIENTALIS

Le développement de la Jacinthe ressemble à celui de la Tulipe ; mais il y a entre ces deux plantes certaines différences relatives au mode de renouvellement du bulbe. Lorsqu'un bulbe de Jacinthe germe à l'automne, le bourgeon du centre donne un certain nombre de feuilles allongées, puis la tige florifère. Ce développement s'effectue aux dépens des réserves accumulées dans l'ancien bulbe; les feuilles les plus externes se flétrissent et finissent par se dessécher. Pendant la floraison la base f_1 (fig. 71) des feuilles vertes s'épaissit et se transforme en organe de réserve, en même temps qu'un bourgeon *b* formé d'écailles se développe contre la base de la tige ; un nouveau bulbe se forme ainsi à l'intérieur de l'ancien qui n'est pas complètement digéré, les écailles les plus internes *e* restant généralement une année de plus. Au mois de Juin, lorsque la partie verte des feuilles est desséchée, le bulbe comprend donc : 1° vers l'extérieur, quelques écailles de l'année précédente ; 2° la base des feuilles vertes, dont la partie aérienne est flétrie, 3° au centre, un bourgeon formé d'écailles entièrement incolores. D'autre part, surtout dans certaines variétés, des bulbilles se forment pendant l'hiver et le printemps à l'aisselle des écailles de l'ancien bulbe et constituent à la fin de la saison autant de bulbes pouvant mener une existence indépendante ; ces bulbilles diffèrent de ceux de Tulipe en ce que certaines de leurs écailles se prolongent par un limbe vert.

Je me suis d'abord proposé de suivre les variations de composition qu'éprouvent les écailles d'un bulbe depuis leur formation jusqu'au moment où elles sont digérées. Pour étudier la période de formation, j'ai considéré soit de jeunes bulbes, soit la base des feuilles qui entourent la tige florifère; les résultats ayant été les mêmes dans les deux cas, je me bornerai à parler des bulbilles. Pour la période de digestion, j'ai considéré les écailles de la partie externe de l'ancien bulbe; j'indiquerai d'ailleurs un peu plus loin les différences qui existent entre les diverses parties de ce bulbe.

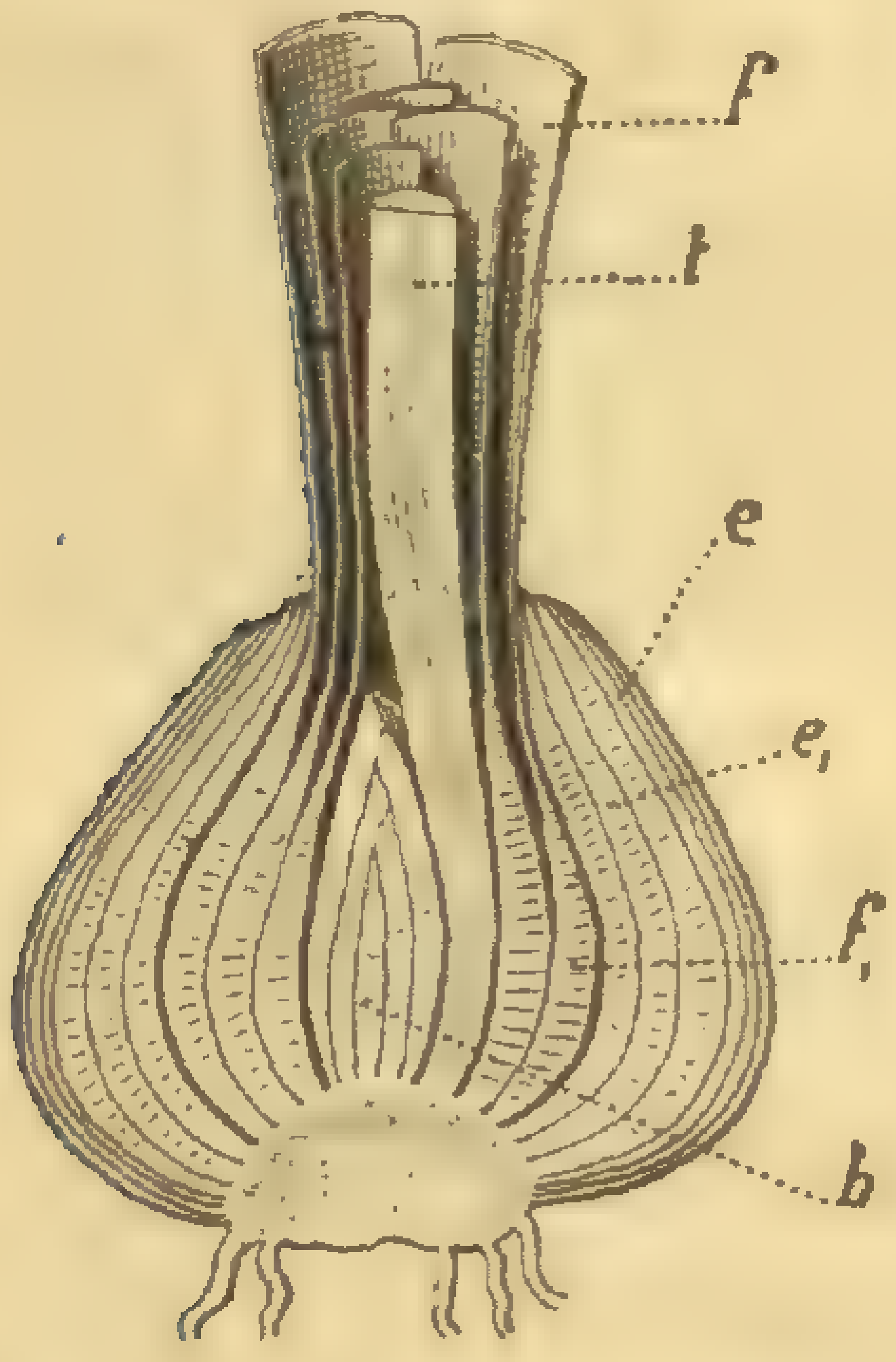


Fig. 71. — Coupe longitudinale dans un bulbe de Jacinthe au mois d'avril après la floraison ; *t*, tige florifère ; *f*, base du limbe vert des feuilles ; f_1, base épaissie et incolore des feuilles vertes ; *b*, jeune bulbe en voie de formation ; e_1, écailles internes de l'ancien bulbe qui resteront un an encore ; *e*, écailles externes de l'ancien bulbe presque complètement dégénérées.

Les tableaux 7 et 8 montrent la composition des écailles aux diverses phases de leur évolution.

TABLEAU 7

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
18 janvier.	0,443	0,017	0,049	0,083	0,022
27 mars.	0,534	0,017	0,057	0,119	0,090
1 mai	1,942	0,004	0,056	0,500	0,540
27 mai	1,723	0,010	0,021	0,454	0,500
9 novembre . . .	1,689	0,042	0,058	0,360	0,454
18 décembre . . .	3,540	0,120	0,200	0,964	0,290
10 février.	1,659	0,130	0,092	0,252	0,078

TABLEAU 8

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
18 janvier.	4	11	18	5
27 mars.	3	10	22	16
1 mai	0,2	3	25	27
27 mai	0,5	1	26	29
11 novembre . . .	2	3	21	26
18 décembre . . .	3	5	27	8
10 février.	8	5	15	4

Du 18 Janvier au 1er Mai les parties étudiées sont des bulbilles en voie de formation. Le 27 Mai, les feuilles commençaient à se dessécher; le 21 Novembre, le bulbe étudié était arraché depuis plusieurs mois et ne germait pas encore; le 18 Décembre, les feuilles sortaient de terre; le 10 Février, la tige florifère apparaissait.

On voit qu'au point de vue de la composition il y a une assez grande analogie entre les bulbes de Jacinthe et ceux de Tulipe. Les sucres, surtout les sucres non réducteurs, sont assez abondants dans les jeunes bulbes, puis disparaissent presque complètement lorsque la vie ralentie commence, et se reforment de nouveau au moment de la germination. Pendant la période de digestion des réserves, la proportion de sucre est toujours bien moins considérable que dans la Tulipe.

Les matières amylacées se trouvent à la fois sous forme d'amidon et sous forme de dextrine; la proportion d'amidon étant relativement plus forte pendant la vie ralentie et plus faible pendant la formation et la destruction des réserves, la dextrine peut donc être considérée comme un intermédiaire entre l'amidon et les sucres. Pendant la période de vie ralentie, de Mai en Novembre, les phénomènes chimiques de la digestion commencent à se produire : une partie des matières amylacées est transformée en sucres; c'est ce qui explique comment les bulbes de Jacinthe commencent à germer en automne, même si on ne les met pas en terre et si on ne leur fournit pas d'eau.

Les tableaux 7 et 8 s'arrêtent en Février lors de l'apparition de la hampe florifère. Après cette époque en effet les écailles les plus externes des bulbes sont complètement flétries; les écailles internes cessent d'être digérées et reviennent au contraire à la composition des jeunes écailles pour passer en même temps qu'elles à l'état de vie ralentie vers le mois de Juin. Quelques nombres feront mieux comprendre cette sorte de marche régressive.

Le 14 Février, les écailles externes renferment 13 °/₀ de sucres et 16 °/₀ de matières amylacées, tandis que les écailles internes contiennent 12 °/₀ de sucres et 22 °/₀ de matières amylacées; la digestion, on le voit, est un peu plus avancée dans la partie externe. Le 1er mai, les écailles externes sont complètement flétries et les écailles internes contiennent seulement 3 °/₀ de sucres et 45 °/₀ de matières amylacées; ces vieilles écailles ont alors à peu près la même composition que les jeunes bulbilles. C'est donc vers le mois de Février, avant la floraison, qu'a lieu le maximum de l'action digestive.

Le traitement par le sous-acétate de plomb ne modifie pas d'une façon sensible les nombres trouvés dans le dosage des sucres; mais il n'en est pas de même pour les matières amylacées et surtout pour la dextrine. Au mois de Décembre, la proportion des matières amylacées trouvée est plus forte d'environ 12 °/₀ si on ne traite pas par le sous-acétate de plomb ; à ce moment-là le bulbe renferme donc une quantité considérable de matières mucilagineuses. Plus tard vers le mois de Mai, lorsque l'amidon est plus abondant que la dextrine, les matières mucilagineuses sont aussi en moindre quantité et le traitement par le sous-acétate ne diminue plus que de 6 °/₀ environ la proportion de matières amylacées. Il résulte de là que les bulbes de Jacinthe renferment en même temps que de l'amidon une quantité considérable de matières mucilagineuses dont une partie seulement est dosée sous forme de dextrine.

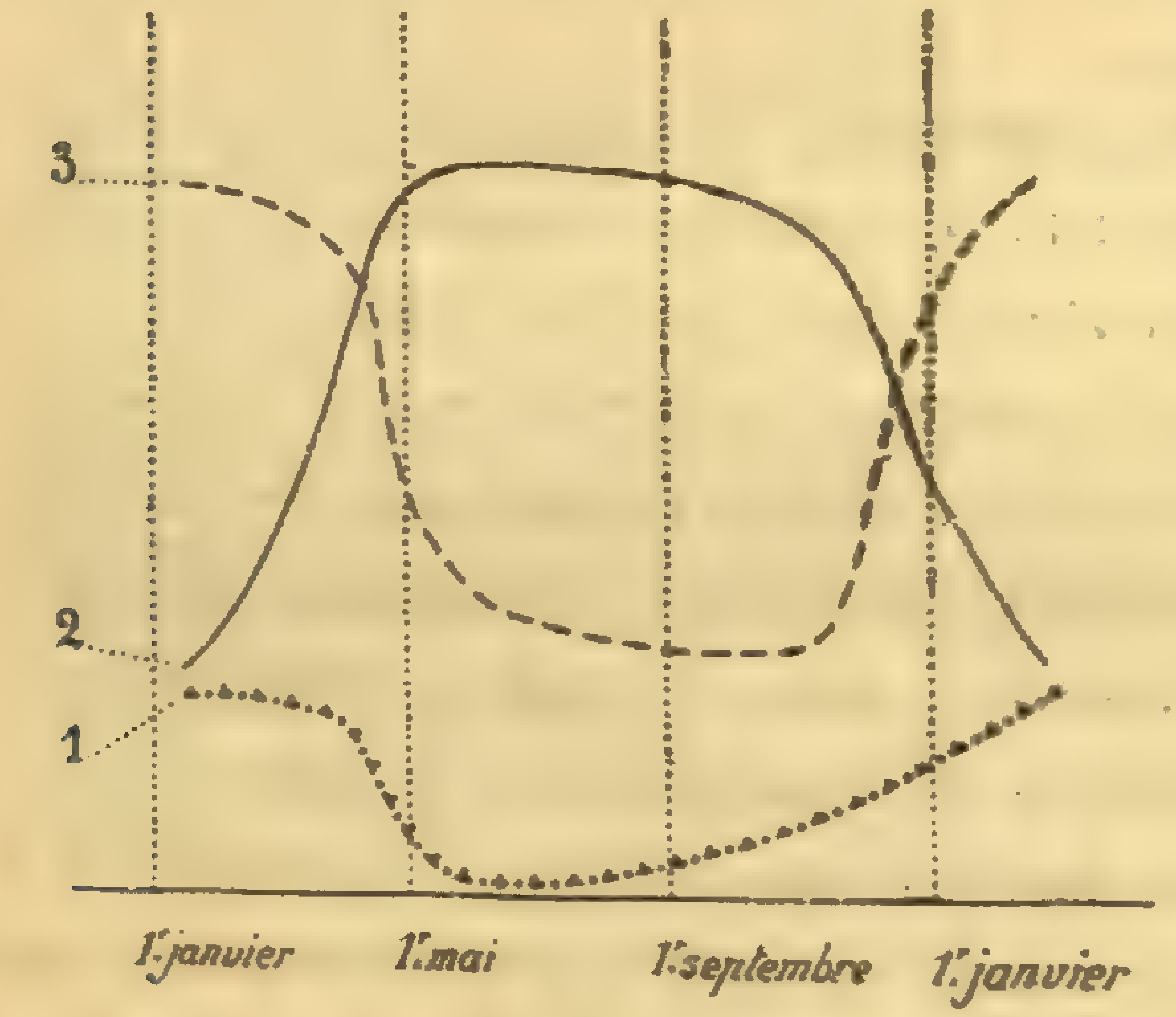


Fig. 72.— 1, sucres ; 2, matières amylacées ; 3, eau. La courbe 3 est à une échelle 10 fois plus faible que 1 et 2.

Les phénomènes chimiques observés dans la Jacinthe sont donc à peu près les mêmes que dans la Tulipe ; dans la première de ces plantes cependant, les sucres s'accumulent en moins grande abondance et les matières mucilagineuses existent en plus forte proportion.

M. K. Puriewitsch (1), qui a étudié la digestion des réserves dans les bulbes de Jacinthe, n'a pas fait d'essais quantitatifs ; il a seulement constaté la présence du sucre réducteur et a observé au microscope les grains d'amidon en plus ou moins grande abondance.

Le tableau 9 indique la proportion d'eau renfermée dans les bulbes de Jacinthe ; on voit que les choses s'y passent à ce point de vue comme dans la Tulipe : il y a un minimum correspondant à la vie ralentie ; pendant la germination la proportion d'eau augmente et passe par un maximum en Février en même temps que la proportion de sucre. Plus tard, lorsque les réserves se reforment dans les anciennes écailles, l'eau diminue de nouveau. En somme, l'eau varie dans le même sens que le sucre.

---

(1) K. Puriewitsch : *Physiologische Untersuchungen über die Entleerung der Reservestoffbehalter* (Jarbücher für vissenschaftliche Botanik, t. 31, p. 1, 1897).

TABLEAU 9

	Poids de la matière fraîche — Grammes	Poids de la matière sèche — Grammes	Eau — Grammes	Eau °/₀ de matière sèche — Grammes
18 janvier. . . .	2,927	0,467	2,460	526
27 mars.	3,242	0,557	2,685	482
1 mai	7,677	1.955	5,722	292
27 mai	8,417	2,644	5,773	218
9 novembre . .	20,846	7,123	13.723	192
18 décembre. . .	19,247	3,615	15,632	432
10 février	10,887	1,682	9,205	547

Les courbes représentées par la figure 72 donnent une idée de la marche des principaux changements qui s'accomplissent dans le bulbe de la Jacinthe. Les ordonnées de la courbe 3 qui représente les variations de l'eau sont à une échelle dix fois plus faible que pour les deux autres courbes qui se rapportent, l'une à l'ensemble des matières amylacées (amidon et dextrine), l'autre à l'ensemble des sucres.

La période de vie ralentie correspond au minimum de l'eau et de sucres, et au maximum de matières amylacées. Pendant l'été les sucres augmentent tandis que l'eau diminue, ce qui paraît contraire à la marche générale du phénomène ; cela tient à ce que les bulbes que j'ai étudiés étaient arrachés au commencement de l'été et conservés dans des tiroirs ; dans ces conditions la quantité d'eau ne pouvait que diminuer ; il est même remarquable que la diminution ait été aussi peu considérable.

LILIUM CANDIDUM

Morphologie externe. — L'évolution du bulbe du Lis est assez complexe et il est bon de l'avoir présente à l'esprit pour pouvoir suivre la formation et la destruction des réserves. Au mois d'Août, alors que toutes les parties vertes et aériennes sont desséchées, les bulbes formés pendant le printemps précédent sont constitués par des écailles épaisses, incolores, se recouvrant les unes les autres et insérées sur une tige très courte qui porte des racines à sa face inférieure. Lorsqu'un pareil bulbe est mis en terre, il peut commencer à se développer dès le mois de Septembre; le bourgeon qui se trouve au centre pousse alors et donne des feuilles dont le limbe vert et allongé forme une touffe à la surface du sol; mais la base de ces feuilles reste souterraine, s'élargit, s'épaissit, se remplit de matières de réserve et devient à peu près semblable à une écaille du bulbe.

Pendant tout l'hiver la plante conserve à peu près le même aspect bien que des modifications assez importantes se produisent. De nouvelles feuilles se forment à la partie centrale et épanouissent leur limbe dans l'air ; les parties vertes des feuilles les plus âgées se dessèchent et il ne reste plus que la partie inférieure qui ne diffère d'une écaille ordinaire du bulbe que par la cicatrice qui est au sommet. Pendant ce temps les écailles les plus externes du bulbe se flétrissent et meurent peu à peu, les matières de réserves qu'elles renfermaient étant digérées. Le bulbe se renouvelle ainsi partiellement de l'intérieur vers l'extérieur, la base des feuilles vertes remplaçant les écailles extérieures qui se flétrissent.

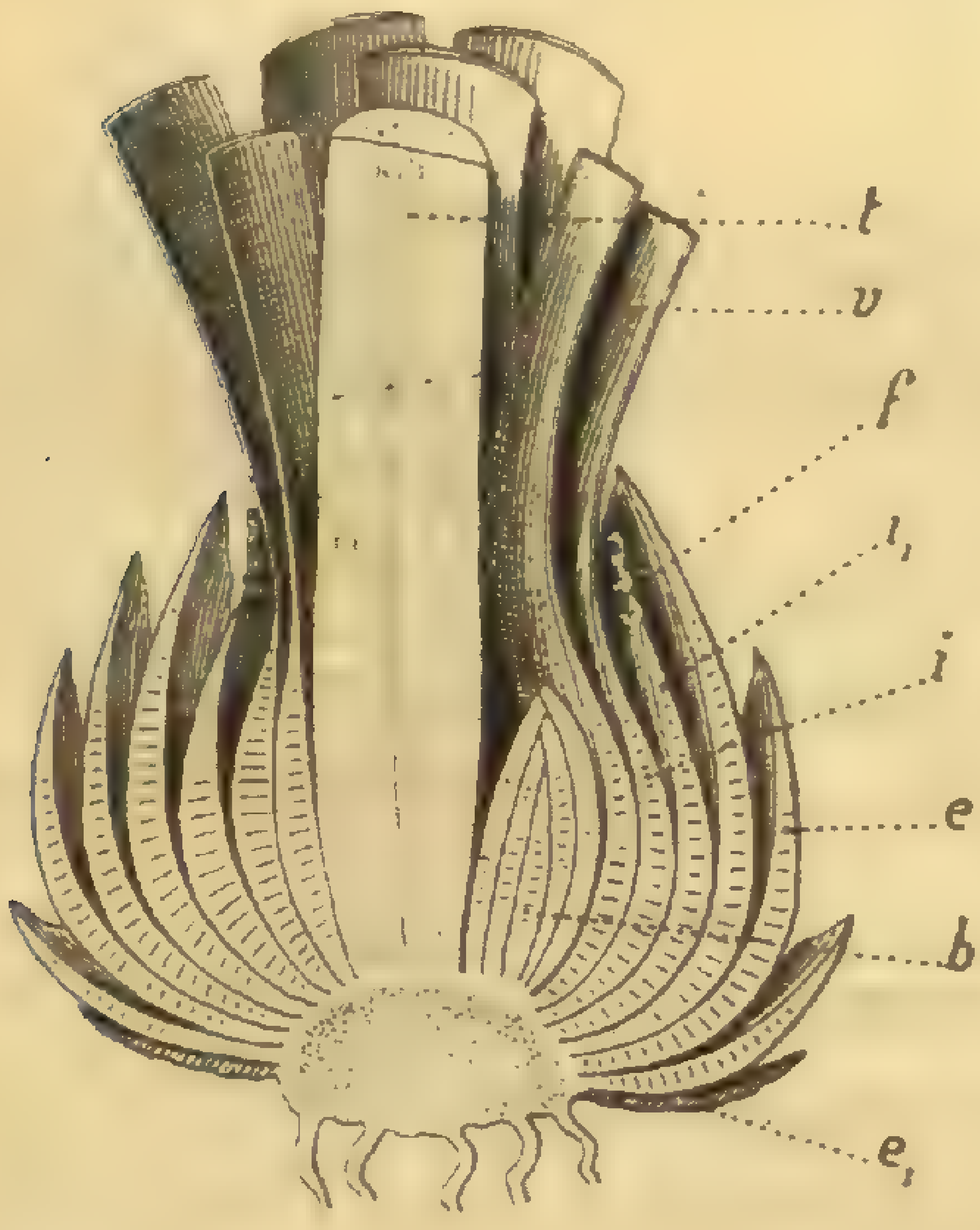


Fig. 73.— Coupe longitudinale dans un bulbe de Lis, au mois de mars ; *t*, tige florifère ; *v*, limbe vert des feuilles de la base ; *i*, partie inférieure épaissie et incolore des mêmes feuilles ; *f*, limbe flétri des feuilles dont la partie inférieure i_1 reste seule vivante ; *e*, écailles de l'année précédente ; e_1, écaille flétrie.

Au printemps (fig. 73), le bourgeon central s'allonge rapidement et donne naissance à la tige *t* qui doit porter les fleurs; puis à l'aisselle d'une écaille, on voit apparaître un bourgeon *b* qui grandit rapidement et donne un jeune bulbe formé d'écailles entièrement incolores et épaisses. Plusieurs bulbes peuvent ainsi se développer sur le même pied, arrivent à leur complet développement vers le mois de juin lorsque les fleurs sont flétries et passent à l'état de vie ralentie. Pendant ce temps les écailles *e*, e_1 de l'ancien bulbe disparaissent peu à peu. A la fin du printemps, il reste ordinairement un certain nombre d'écailles anciennes correspondant à la base des feuilles vertes poussées en hiver ; la période de végétation étant alors terminée, ces écailles passent à l'état de vie ralentie et serviront à l'automne pour nourrir les pieds provenant du développement des jeunes bulbes.

Formation et digestion des réserves. — Il résulte de ce qui vient d'être dit que pour étudier la formation et la digestion des réserves il ne suffit pas d'analyser l'ensemble du bulbe aux différentes époques de l'année, il faut étudier à part les portions du bulbe qui sont à des phases différentes de leur développement. Dans une première série de dosages, je chercherai à suivre la composition d'une écaille depuis sa formation dans un jeune bulbe jusqu'au moment où elle se flétrit ; j'étudierai ensuite les variations de composition de la base charnue des feuilles vertes ; puis j'examinerai les différences qui existent entre les diverses parties du bulbe à un moment donné.

Voyons d'abord quelle est la composition des réserves nutritives contenues dans un bulbe de Lis pendant la période de vie ralentie, au mois de Juillet par exemple. Les matières hydrocarbonées y sont en proportion considérable, 65 à 70 0/0 et plus. Le sucre est peu abondant. Les matières extraites par l'alcool à 90° réduisent faiblement la liqueur de Fehling et donnent un précipité jaunâtre peu net ; en admettant que la substance réductrice soit du glucose ordinaire il y en aurait à peine 0,5 0/0 du poids de la matière sèche. Après l'interversion par l'acide chlorhydrique, le précipité plus abondant et plus net correspond environ à 2 ou 3 0/0 de glucose. En traitant par l'eau la matière épuisée par l'alcool à 90° on obtient une masse de consistance gélatineuse. En filtrant on peut néanmoins séparer les substances solubles dans l'eau de celles qui sont insolubles ; en traitant les unes et les autres par l'acide chlorhydrique étendu on dose les hydrates de carbone transformables en glucose. Ceux de ces composés qui étaient solubles dans l'eau et que je rapporterai au groupe des dextrines constituent de 18 à 20 0/0 du poids de la matière sèche, les autres qui correspondent surtout à l'amidon forment 45 0/0 du poids total.

Les hydrates de carbone sont certainement plus variés et plus abondants que je ne viens de l'indiquer. A côté de l'amidon facile à reconnaître au microscope se trouvent en effet en assez grande abondance des matières mucilagineuses dont quelques-unes sont dosées avec la dextrine, d'autres avec l'amidon, tandis qu'une troisième partie non transformable en glucose par les acides est précipitée par le sous-acétate de plomb et par conséquent n'est pas comprise dans l'ensemble des matières hydrocarbonées dosées.

Les tableaux 10 et 11 indiquent les variations de composition des écailles pendant le cours de leur évolution. Du mois d'Avril au mois de Juillet, les écailles analysées étaient celles des jeunes bulbes se développant à l'aisselle d'une écaille de l'ancien bulbe ; c'est la période de formation des réserves ; il n'y a pas lieu dans ce cas de distinguer les écailles les plus extérieures des intérieures, leur composition étant à peu près la même ; les chiffres des quatre premières lignes des tableaux 10 et 11 s'appliquent donc à l'ensemble du bulbe. Au mois de Juillet, les parties aériennes sont flétries et les parties souterraines passent à l'état de vie ralentie. Comme les pieds que j'ai étudiés ont été laissés en terre toute l'année, les feuilles se sont développées de très bonne heure et ont commencé à apparaître dès la fin du mois d'Août ; à partir de ce moment les chiffres des tableaux 10 et 11 ne s'appliquent qu'aux écailles externes du bulbe, les seules où les matières de réserve soient en voie de digestion.

TABLEAU 10

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	— Grammes	— Grammes	— Grammes	— Grammes	— Grammes
13 avril.	1,587	0,023	0,049	0,250	0,538
17 mai.	3,344	0,046	0,035	0,465	1,302
8 juin	1,925	0,018	0.029	0,270	0,800
7 juillet	1,927	0,010	0,040	0,363	0,870
20 août.	1,825	0,011	0,044	0,307	0,750
2 octobre	1,861	0,011	0,021	0,333	0,833
18 décembre . . .	1,809	0,046	0,096	0,291	0,620
10 février.	1,947	0,062	0,136	0,307	0,500
13 mars.	1,760	0,175	0,225	0,248	0,363
17 mai	1,355	0,140	0,234	0,129	0,138

TABLEAU 11

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
13 avril	1	3	16	34
17 mai	1	1	14	39
8 juin	0,9	1	14	41
7 juillet	0,5	2	18	45
20 août	0,5	2	16	41
2 octobre	0,5	1	17	44
18 décembre	2	5	16	34
10 février	3	7	15	25
13 mars	10	12	13	20
17 mai	10	17	9	10

Pendant toute la période de formation, les sucres toujours peu abondants sont en quantité d'autant moindre que le bulbe est plus âgé. C'est à la fin de la période de vie ralentie que la proportion des sucres atteint son minimum.

Puis, à partir du mois d'Octobre, les sucres réducteurs augmentent en même temps que les sucres non réducteurs et il ne semble pas y avoir entre ces deux catégories de substances un rapport déterminé. Le précipité obtenu par l'action de la liqueur de Fœhling sur les sucres directement réducteurs est d'autant plus net que la digestion est plus avancée; il est donc probable qu'il y a un mélange de glucose avec une autre substance voisine.

La proportion de dextrine, peu variable pendant la première partie de l'évolution du bulbe, oscille entre 14 et 18 °/₀ et diminue seulement à la fin de la période de digestion. La quantité d'amidon est plus variable, augmente pendant la formation du bulbe, passe par un maximum au mois de Juillet et diminue ensuite rapidement pendant la période de digestion. Ce mode de variation nous montre que nous avons affaire à une substance de réserve proprement dite.

Pour mettre en évidence l'action des diastases qui provoquent la digestion des matières de réserves, j'ai écrasé des écailles et les ai laissé macérer pendant 24 heures dans une faible quantité d'eau: puis j'ai comparé la composition des écailles ainsi traitées à celle d'écailles comparables analysées directement. J'ai constaté ainsi que l'action des diastases faisait diminuer notablement la proportion d'amidon au profit de la dextrine.

Ainsi le 10 Février je trouve : avant l'action des diastases 15 0/0 de dextrine et 25 0/0 d'amidon ; après la macération 30 0/0 de dextrine et 16 0/0 d'amidon. Ce résultat montre que, comme dans les autres plantes à réserves amylacées, la dextrine est le premier terme de la transformation de l'amidon.

La proportion de sucre n'a pas sensiblement augmenté à la suite de l'action des diastases, ce qui tient peut-être à ce que l'action ne s'est pas prolongée pendant assez longtemps.

Cette étude des écailles broyées donne lieu à une autre remarque ; la proportion totale des hydrates de carbone dosés y est un peu plus considérable que dans les écailles analysées directement. On vient de voir en effet que, pendant la macération dans l'eau, la dextrine augmentait plus que l'amidon ne diminuait. Or comme on a plus de chances de perdre quelques parties de substances dans le cas des écailles broyées que dans l'autre cas, on doit en conclure que pendant l'action des diastases il s'est formé de nouveaux hydrates de carbone transformables en glucose. Il est très probable que les matières mucilagineuses qui dans les dosages directs n'étaient pas transformées en glucose sont, sous l'action des diastases, rendues transformables en glucose et rentrent dans les catégories dosées.

Il résulte donc des tableaux 10 et 11 et des remarques qui précèdent que l'amidon qui constitue la principale substance de réserve du Lis est d'abord transformé en dextrine, puis en sucres non réducteurs et enfin assimilée à l'état de sucres réducteurs.

On a distingué dans le bulbe du Lis deux sortes d'écailles. Les unes entièrement souterraines font partie des jeunes bulbes qui poussent au printemps et servent ensuite à nourrir les feuilles et les tiges qui se développent la saison suivante ; ce sont des écailles que l'on peut considérer comme bisannuelles et dont l'évolution physiologique a été étudiée dans les tableaux 10 et 11. Les autres sont formées par la base des feuilles vertes poussées en automne et en hiver et constituent pendant cette période la région interne du bulbe ; puis à la fin du printemps, lorsque toutes les écailles bisannuelles sont consommées, elles arrivent à la partie extérieure du bulbe ; les plus externes sont alors digérées à leur tour et les plus internes passent à l'état de vie ralentie en même temps que les bulbes nouvellement formés.

Je vais maintenant étudier cette seconde catégorie de feuilles nourricières en ne considérant que la base différenciée comme organe de réserve. Du mois d'Octobre au mois de Mars, la partie verte aérienne existe; à partir du mois d'Avril elle est flétrie. Il faut à ce moment faire une distinction entre la base des feuilles qui sont autour de la tige : les plus externes seront consommées et cela de la même façon que l'ont été les écailles bisannuelles, il est donc inutile de revenir sur ce sujet; mais les plus internes restent gorgées de matières de réserve et passent à l'état de vie ralentie pendant l'été ; ce sont celles-là seulement que j'étudierai. Les tableaux 12 et 13 indiquent donc la composition de la base de ces feuilles vertes depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois d'Août.

TABLEAU 12

	Poids de la matière sèche — Grammes	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs — Grammes	non réducteurs — Grammes	solubles dans l'eau — Grammes	insolubles — Grammes
2 octobre	1,945	0,020	0,080	0,250	0,666
11 novembre. . . .	1,824	0,025	0,048	0,244	0,689
18 décembre. . . .	1,869	0,036	0,111	0,285	0,727
10 février	1,483	0,028	0,077	0,271	0,521
13 mars	1,318	0,026	0,078	0,258	0,437
13 avril	1,832	0,008	0,037	0,333	0,666
17 mai.	1,762	0,010	0,028	0,285	0,769
7 juillet.	1,935	0,018	0,011	0,296	0,952
20 août	1.852	0,011	0,039	0,296	0,810

TABLEAU 13

	Sucres		Matières amylacés	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
2 octobre	1	4	12	34
11 novembre . . .	1	2	13	37
18 décembre . . .	2	5	15	38
10 février.	2	5	18	35
13 mars	2	5	19	33
13 avril	0,4	2	18	36
17 mai.	0,5	1	16	43
7 juillet.	0,9	0,5	15	49
20 août	0,6	2	16	43

On remarque que pendant que la partie verte des feuilles existe, on trouve une quantité notable de sucre dans la partie basilaire. On peut supposer que ce sucre provient de l'assimilation qui a lieu dans la feuille même; nous avons vu en effet que les écailles entièrement souterraines renfermaient moins de matières sucrées pendant leur période de formation. A partir du mois d'Avril, lorsque la partie verte est flétrie, les sucres sont moins abondants.

La proportion de dextrine est à peu près la même que dans les écailles entièrement souterraines; on en trouve cependant une quantité un peu moindre pendant l'automne. La teneur en amidon augmente plus ou moins régulièrement pendant toute la période de végétation active et atteint son maximum en Juillet, au moment de la vie ralentie. On voit alors que les bases des feuilles qui n'ont pas été digérées ont la même composition que les jeunes bulbes et passent en même temps qu'eux à l'état de vie ralentie.

Au lieu de grouper les résultats obtenus avec une même catégorie d'écailles considérée pendant toute l'année, on peut comparer la composition des différentes parties du bulbe considéré à un moment donné. Il suffira dans cet ordre d'idées d'indiquer l'état du bulbe à une seule époque, au mois de Mai par exemple; au moyen des tableaux 14 et 15, on pourra facilement se faire une idée de l'état du bulbe aux autres époques. Le bulbe que je vais décrire a été arraché le 5 Mai; la tige était alors complètement développée, les boutons des fleurs très apparents et les feuilles de la base flétries.

TABLEAU 14

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
Ecailles vieilles	1,355	0,140	0,234	0,129	0,138
» jeunes externes	1,787	0,060	0,106	0,235	0,521
» » moyennes	1,847	0,010	0,012	0,376	0,880
» » internes	1,762	0,010	0,028	0,285	0,769
Jeune bulbe	3,344	0,046	0,035	0,465	1,302
Base de la tige	1,571	0,250	0,110	0,139	0,150

TABLEAU 15

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/。	non réducteurs °/。	solubles dans l'eau °/。	insolubles °/。
Ecailles vieilles	10	17	9	10
» jeunes externes	3	6	13	29
» » moyennes	0,5	0,6	20	47
» » internes	0,5	1	16	43
Jeune bulbe	1	1	14	38
Base de la tige	16	7	8	9

La première ligne horizontale des tableaux 14 et 15 se rapporte aux écailles les plus externes, dernier reste du bulbe formé le printemps précédent. Toutes les autres écailles qui sont à l'intérieur sont des bases de feuilles dont la partie verte et aérienne est flétrie depuis quelque temps déjà. La seconde ligne horizontale se rapporte aux plus externes de ces bases de feuilles; on reconnaît à la proportion assez forte de sucre et à la faible proportion d'amidon que la digestion des réserves y est assez avancée. La composition des écailles plus rapprochées du centre est indiquée dans la troisième et la quatrième ligne horizontale. La cinquième ligne donne l'état des réserves dans un jeune bulbe presque complètement développé. Enfin, pour compléter la connaissance du bulbe, j'ai analysé la base de la tige florale qui est entourée par les écailles; les résultats de l'analyse se trouvent dans la dernière ligne horizontale.

La digestion des écailles les plus externes est très avancée; elle l'est moins dans les écailles de la seconde ligne bien que la proportion de sucre y soit déjà considérable et la proportion d'amidon assez faible. La digestion n'est pas encore commencée dans les écailles plus intérieures (3me ligne); on reconnaît que ces écailles ont la même composition que les bulbes à l'état de repos. Il en est de même des écailles tout à fait intérieures (4e ligne) bien qu'on y trouve moins d'amidon et un peu plus de sucre; cela tient à ce que ces écailles ont perdu leur limbe vert depuis moins longtemps que les autres et finissent à peine leur période de formation. La base de la tige, surtout riche en glucose, a absorbé le produit de la digestion des matières de réserve renfermées dans les écailles externes.

Tous les bulbes qui ont été étudiées jusqu'à présent ont été choisis parmi ceux qui devaient produire une tige fleurie. Mais on sait que certains bulbes, les plus petits, donnent seulement une touffe de feuilles dont le limbe vert s'épanouit dans l'air et dont la base a la forme d'une écaille nourricière. J'ai étudié un certain nombre de ces bulbes et j'ai constaté qu'ils se conduisaient comme les autres. Les réserves consommées au lieu d'être employées à former la tige fleurie et un ou plusieurs nouveaux bulbes servent seulement à produire un nouveau bulbe plus gros que l'ancien.

Répartition de l'eau. — La proportion d'eau varie relativement très peu dans le bulbe du Lis. Les écailles complètement souterraines renferment ordinairement de 300 à 400 parties d'eau pour 100 de matière sèche ; ces nombres augmentent dans les écailles où la digestion des matières de réserve est très avancée. On peut s'en rendre compte par l'examen du tableau 16 qui donne la proportion d'eau relative aux écailles analysées dans les tableaux 10 et 11.

TABLEAU 16

	Poids de la matière fraîche — Grammes	Poids de la matière sèche — Grammes	Eau — Grammes	Eau °/o de matière sèche — Grammes
13 avril	11,297	2,341	8,956	382
17 mai	24,492	5,584	18,908	338
9 juin	12,002	2,734	9,268	338
7 juillet	60,964	16,515	44,449	269
20 août	45,574	11,299	34,275	303
2 octobre	37,527	9,047	28,480	314
16 novembre	21,601	4,461	17,140	384
18 décembre	17,326	3,996	13,330	333
10 février	31,159	6,707	24,452	364
13 mars	8,015	1,513	6,502	439
17 mai	10,607	1,405	9,202	654

Les écailles formées par la base des feuilles vertes renferment d'une façon générale moins d'eau que les écailles complètement souterraines. En Octobre cependant, lorsque la base des feuilles commence à peine à se différencier comme organe de réserve, la quantité d'eau est notablement plus forte et atteint 495 parties d'eau pour 100 de matière sèche; mais depuis le mois de Novembre jusqu'au mois de Juillet, la teneur en eau oscille entre 250 et 280. La dessiccation de la partie verte qui survient en Mars ou Avril ne paraît avoir aucune influence au point de vue de la quantité d'eau contenue dans la partie inférieure. Lorsque les bases des feuilles vertes arrivent à la partie externe du bulbe et sont digérées à leur tour, la proportion d'eau augmente et atteint 500 à 600 °/o, comme pour les écailles ordinaires; la faible quantité d'eau qui caractérise les bases des feuilles vertes se rapporte seulement à la période de formation et à la période de vie ralentie.

Le tableau 17 indique la distribution de l'eau dans un bulbe au 17 Mai.

TABLEAU 17

	Poids de la matière fraîche — Grammes	Poids de la matière sèche — Grammes	Eau — Grammes	Eau °/₀ de matière sèche — Grammes
Ecailles vieilles.	10,607	1,405	9,202	654
» jeunes externes.	16,093	3,777	12,316	326
» » moyennes	20,304	5,679	14,625	257
» » internes .	12,072	3,392	8,680	256
Jeune bulbe	24,492	5,584	18,908	338
Base de la tige	12,963	1,621	11,342	700

En comparant ce tableau au tableau 15 qui se rapporte au même bulbe on voit que la proportion d'eau varie dans le même sens que le sucre. C'est dans les écailles internes et moyennes à l'état de vie ralentie qu'il y a le moins d'eau, puis la proportion augmente en même temps que la digestion est plus avancée. La base de la tige qui est à l'état de vie active renferme la plus grande quantité d'eau.

COLCHICUM AUTUMNALE

On connaît le mode de végétation très particulier du Colchique. Au mois de Juillet la plante est réduite à un tubercule souterrain. Dès le mois d'Août un bourgeon commence à se développer à la base de ce tubercule et produit une ou plusieurs fleurs qui s'épanouissent au mois de Septembre ; on sait qu'alors la partie supérieure de la fleur sort seule de terre, la partie inférieure ainsi que les pédoncules restent souterrains. Lorsque la fécondation a eu lieu, la fleur se flétrit et pendant tout l'hiver la plante est de nouveau réduite à ses parties souterraines ; mais pendant ce temps les fruits commencent à se former et la base de la tige qui porte les pédoncules floraux s'épaissit pour former un nouveau tubercule; le tout se faisant aux dépens des réserves renfermées dans l'ancien tubercule. Au mois de Mars, les feuilles du bourgeon qui entoure les jeunes fruits, s'allongent rapidement, arrivent à la surface du sol et verdissent. C'est le moment de la végétation la plus active. Le vieux tubercule fournit les aliments nécessaires au développement rapide de la plante, se ride et se trouve complètement flétri et desséché au mois de Mai alors que les fruits sont formés.

Pendant ce temps, la base de la tige qui porte les pédoncules floraux a formé un nouveau tubercule qui remplace l'ancien. A la fin de Juin les fruits sont mûrs, toutes les parties aériennes se dessèchent et la plante est de nouveau réduite à un tubercule souterrain. Les tubercules sont donc bisannuels; pour connaître leur évolution complète il faut les suivre pendant deux ans.

Au point de vue de la composition chimique, les réserves du Colchique peuvent être considérées comme le type des réserves amylacées ; pendant la période de vie ralentie on y trouve en effet 70 0/0 environ d'amidon, de 2 à 4 0/0 de dextrine et de 1 à 2 0/0 de sucres.

Le tableau 18 indique la quantité de sucres réducteurs et non réducteurs, de dextrines et d'amidon renfermés dans les tubercules aux époques indiquées; le tableau 19 donne les mêmes indications sous une autre forme, les quantités de matières dosées y sont rapportés à 100 parties de matières sèches, les comparaisons sont ainsi rendues plus faciles.

TABLEAU 18

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	—	—	—	—	—
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
15 janvier.	0,406	0,005	0,097	0,015	0,060
14 mars.	0,435	0,010	0,107	0,033	0,066
26 avril.	1,954	0,050	0,124	0,072	0.746
31 mai	1,982	0,035	0,042	0,104	1,132
5 juillet	1,893	0,006	0,022	0,048	1,304
8 septembre	1,697	0,005	0,020	0,080	1,111
8 octobre	1,880	0,010	0,010	0,111	1,363
11 novembre	1,820	0,006	0,022	0,216	1,153
15 janvier.	1,874	0,058	0,137	0,208	0,789
14 février.	1,784	0,089	0,236	0,133	0,508
12 avril.	1,864	0,216	0,238	0,120	0,263

TABLEAU 19

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/。	non réducteurs °/。	solubles dans l'eau °/。	insolubles °/。
15 janvier	1	24	3	14
14 mars	2	24	7	15
26 avril	2	6	3	37
31 mai	1	2	5	57
5 juillet	0,3	1	2	68
8 septembre.	0,3	1	4	65
8 octobre	0,5	0,5	5	72
11 novembre	0,3	1	11	63
15 janvier	3	7	11	42
14 février	5	13	7	25
12 avril	11	13	6	14

Les sucres réducteurs, peu abondants pendant la période de formation du tubercule, disparaissent à peu près complètement pendant la vie ralentie et augmentent de nouveau pour atteindre un maximum au moment du développement des feuilles. D'ailleurs le dosage des sucres réducteurs du Colchique présente quelque incertitude, car la réaction avec la liqueur de Fehling n'est pas bien nette et il est difficile de déterminer avec précision le moment où la réduction est terminée.

Les sucres non réducteurs sont en proportion considérable au début de la formation, puis diminuent, passent par un minimum très faible pendant la vie ralentie, augmentent ensuite et se trouvent de nouveau en proportion considérable au moment de la digestion des réserves. En Janvier et Février, lorsque la proportion de sucres est considérale, la plante ne possède pas de chlorophylle, par conséquent les hydrates de carbone du jeune tubercule proviennent uniquement de la digestion de l'amidon des réserves. Dans les vieux tubercules on trouve alors un mélange en proportions variables des sucres réducteurs et non réducteurs; peut-être existe-t-il alors une certaine quantité de maltose.

Mais dans les jeunes tubercules la proportion relative de sucres non réducteurs est si forte qu'il semble bien qu'on a affaire à un sucre tel que le sucre de canne, qui, directement, ne réduit pas du tout la liqueur de Fehling.

La dextrine est peu abondante pendant que le tubercule est en voie de formation ou à l'état de vie ralentie; mais pendant que l'amidon est digéré, la proportion de dextrine augmente. Dans le Colchique, comme dans les autres plantes à réserves amylacées, la dextrine est le premier produit de la digestion de l'amidon et constitue un intermédiaire entre la matière amylacée et les sucres. La proportion d'amidon augmente pendant la formation du tubercule et diminue pendant la digestion des réserves; le maximum correspond d'une façon générale à la vie ralentie. C'est du mois d'Août au mois d'Octobre qu'il y a le plus d'amidon.

Le traitement par le sous-acétate de plomb diminue peu la proportion des matières amylacées trouvées; en ne traitant pas on trouve à peine 4 à 5 % de plus pour l'ensemble des matières amylacées.

En analysant les tubercules après les avoir écrasés au contact de l'eau, on constate que la digestion des réserves a été accélérée.

Ainsi, le 15 janvier, un tubercule analysé directement contenait 10 °/o de sucre, 11 °/o de dextrine et 42 °/o d'amidon ; un autre tubercule qui paraissait un peu moins avancé renfermait, après avoir été écrasé au contact de l'eau, 8 °/o de sucre, 36 °/o de dextrine et 28 °/o d'amidon. En comparant ces résultats on voit que dans le tubercule écrasé une très grande partie de l'amidon a été transformée en dextrine. Si on avait laissé macérer le tubercule écrasé dans l'eau pendant plus de 24 heures il est probable qu'on aurait observé la transformation d'une partie de la dextrine en sucre.

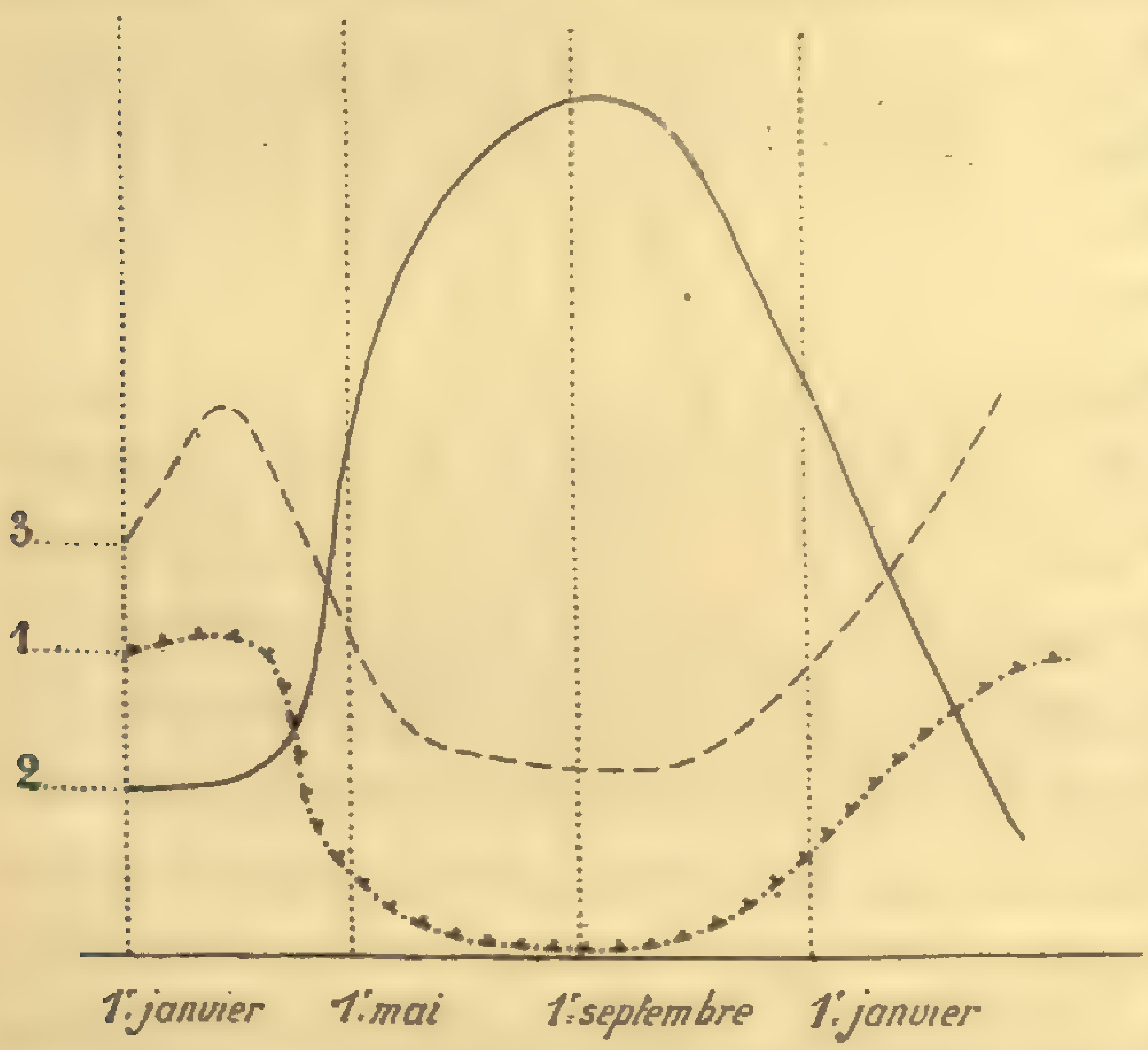


Fig. 74. — 1, sucres ; 2, amidon ; 3, eau. La courbe 3 est à une échelle 10 fois plus faible que 1 et 2.

Le tableau 20 indique les variations de la proportion d'eau pendant toute la durée du développement du tubercule. Dans les jeunes tubercules l'eau augmente d'abord jusqu'au mois de Mars, passe par un maximum, puis diminue rapidement, passe par un minimum relativement très bas, en Août, Septembre ou Octobre, puis augmente de nouveau jusqu'au mois d'Avril.

TABLEAU 20

	Poids de la matière fraiche — Grammes	Poids de la matière sèche — Grammes	Eau — Grammes	Eau °/o de matière sèche — Grammes
15 janvier	1,927	0,411	1,516	368
14 mars	2,549	0,454	2,095	461
26 avril	10,325	2.790	7,535	270
31 mai.	26,179	8,769	17,410	198
5 juillet.	19,589	6,850	12,739	185
8 septembre.	19,697	7,699	11,998	155
8 octobre	10,657	4,037	6,620	164
11 novembre.	10,111	3,718	6,393	171
15 janvier	13,841	3.679	10.162	276
14 février	12,634	3,000	9,634	321
12 avril	19,609	3,362	16,247	483

Les courbes de la figure 74 sont la traduction graphique des tableaux 19 et 20 et représentent les variations de l'eau, des sucres et de l'amidon, les ordonnées étant à une échelle dix fois moindre pour la courbe de l'eau que pour les deux autres. On y remarque le parallélisme à peu près complet de la courbe de l'eau avec celle des sucres, ce qui, comme on le verra par la suite, est un fait général dans l'histoire des organes de réserve. L'amidon varie en sens inverse des sucres. A part quelques irrégularités de peu d'importance, l'ensemble des courbes est symétrique par rapport à une ligne verticale correspondant à peu près au moment de la floraison.

(A suivre).

RECHERCHES SUR LE BLACK ROT DE LA VIGNE

par **M. A. PRUNET** (*Fin*) (1).

I. — ÉVOLUTION ANNUELLE DU BLACK ROT (*Suite*).

Invasion du 7 juin. — L'invasion du 7 juin a présenté une marche beaucoup plus irrégulière et une durée beaucoup plus longue que la précédente. La formation des lésions, très active certains jours, était presque suspendue à d'autres moments. Les périodes de grande formation de taches correspondaient sensiblement à des températures élevées ou relativement élevées ; les périodes de rémission à des températures relativement basses.

Les températures maxima et minima qui correspondent à la durée de l'invasion sont les suivantes :

	7 juin	8 juin	9 juin	10 juin	11 juin	12 juin	13 juin	14 juin	15 juin
Maxima.	22°	26°5	20°	19°	24°	29°	31°	17°	23°
Minima.	12°	12°	12°5	12°	13°	11°	13°	14°	12°5

	16 juin	17 juin	18 juin	19 juin	20 juin	21 juin	22 juin	23 juin
Maxima.	22°	18°	22°	19°	19°	22°	29°	32°
Minima.	10°	9°5	6°	10°5	11°	12°	9°5	13°5

Très peu de taches se sont formées les 9, 10, 14, 15, 17 juin ; elles se sont montrées en assez grand nombre les 11, 12, 13, 21 juin. L'invasion du 7 juin a été encore plus grave que celle du 18 mai.

Sur les pampres normaux, c'est-à-dire issus des bois de l'année précédente, le nombre des feuilles tachées varie entre 5 et 8. Chaque feuille porte un plus grand nombre de taches.

Les feuilles des repousses sont encore plus frappées. Les repousses, issues des vieux bois ou repousses gourmandes, sont plus atteintes que les repousses nées à l'aisselle des feuilles ou repousses axillaires. Leurs feuilles portent souvent un si grand nombre de taches qu'elles paraissent comme brûlées. Parfois les taches se rejoignent complètement par leurs bords, deviennent confluentes et le limbe tout entier se dessèche et prend une teinte feuille morte.

---

(1) Voir *Revue générale de Botanique*, t. X, p. 129.

Par leur position au voisinage immédiat des feuilles tachées pendant les invasions précédentes, les feuilles des repousses sont plus spécialement exposées à être contaminées. En outre, les spores tombées à leur surface sont fréquemment protégées par les autres feuilles contre l'action des rayons solaires.

Si l'on réfléchit que les repousses sont placées au voisinage du fruit, on voit qu'il y a un grand intérêt pratique à les supprimer autant que possible. Cette suppression présente d'ailleurs l'avantage de faciliter l'aération de la souche.

Sur cinq souches prises au hasard, le nombre moyen de taches par feuille a été trouvé voisin de 16, en ne tenant compte que des feuilles des sarments principaux ; il s'est élevé à 26 lorsqu'on y a compris les repousses. Sur certaines feuilles le nombre des taches dépassait la centaine. C'est, par le nombre total des taches, la plus importante invasion des feuilles de l'année. A ce moment-là, sarments et repousses étaient en pleine végétation et offraient au parasite le maximum de feuilles aptes à le nourrir. Comme précédemment, les feuilles tachées avaient presque la taille adulte ou étaient les plus jeunes parmi celles qui venaient d'atteindre cette taille.

Et il en était ainsi aussi bien sur les repousses que sur les sarments ordinaires. Toutefois, sur les repousses, les feuilles tachées n'occupaient pas toujours une position intermédiaire. Lorsqu'elles avaient à peu près fini de s'accroître, leurs feuilles terminales pouvaient aussi être tachées. Il n'y avait là d'ailleurs qu'une apparence d'anomalie. Lorsqu'on examinait en effet plusieurs jours de suite les feuilles terminales tachées, on voyait que leur croissance était sensiblement terminée, bien qu'elles fussent parfois très petites. L'apparition des taches sur les feuilles est liée à leur état de développement et non à leur position sur le sarment. Nous aurons l'occasion de faire des constatations analogues aux invasions suivantes.

Sur les sarments principaux, les feuilles tachées pendant l'invasion de juin forment une série continue qui fait suite à la série des feuilles tachées pendant l'invasion précédente ou plus souvent en est séparée par une à trois feuilles non tachées.

L'invasion du 7 juin est aussi la plus forte de l'année pour les pétioles, les vrilles, les sarments et les rafles. Sur les rafles, ce ne sont plus les ramifications principales qui sont frappées, mais les plus petites et surtout les pédicelles de fleurs. Les souches en observation ont perdu à ce moment-là plus de la moitié de leurs grappes. Sur certaines, les grappes ont été complètement brûlées par le black rot, l'axe de la rafle et ses grosses ramifications ayant été seuls épargnés.

Comme les feuilles, ces divers organes se trouvaient alors en grand nombre dans cet état moyen de développement auquel correspond l'apparition des lésions caractéristiques de la maladie. Il ne faut pas oublier d'ailleurs qu'à la suite de l'invasion de mai, le parasite avait formé un nombre extrêmement considérable de spores capables de donner naissance à de nouvelles lésions.

Invasion du 6 juillet. — Le nombre des spores formées à la suite de l'invasion du 7 juin a été, on le conçoit, extrêmement considérable. Le parasite dispose d'un nombre immense de germes au moment où les grains de raisin vont se trouver pour la première fois aptes à le recevoir. Aussi l'invasion du 6 juillet est-elle, au point de vue du nombre total des lésions sur l'ensemble des organes, la plus forte de l'année.

Cette invasion porte moins sur l'appareil végétatif que sur le fruit. La croissance de la vigne s'est, en effet, ralentie, et la surface foliaire apte à nourrir le parasite se trouve réduite. Deux à cinq feuilles seulement sont tachées sur les sarments principaux. Toutefois, le nombre moyen des taches par feuille augmente encore ; il passe de 16 à 18.

Les feuilles tachées font suite à celles de l'invasion précédente ou en sont séparées par une ou plusieurs feuilles non tachées. Elles occupent une position intermédiaire sur les sarments en voie de croissance ; elles peuvent être terminales sur les sarments qui ont fini de s'allonger.

Sur les fruits, l'intensité de l'invasion est extrêmement considérable. Sur les grappes, dont les rafles avaient plus ou moins échappé à l'invasion précédente, tous les grains de raisin sont détruits. Une vigne de deux hectares et demi, située au voisinage des carrés d'expériences, dont les traitements avaient été quelque peu négligés, est aussi maltraitée que les témoins. Je n'ai pu y trouver un seul grain vert le 4e jour de l'invasion. Sur certains grains j'ai trouvé plus de trente points d'attaque. Le black rot présente en certains points du Bas-Armagnac une intensité dont on ne saurait se faire une idée dans les autres foyers de black rot.

L'invasion a présenté son maximum pendant les trois premiers jours. Toutefois des taches ont continué à apparaître sur les feuilles et des grains à pourrir jusqu'au 7e ou 8e jour.

Invasion du 25 juillet. — Du 6 au 25 juillet, la croissance de la vigne ayant continué à diminuer, l'appareil végétatif est encore moins atteint que par l'invasion précédente. Par contre, cette invasion est aussi forte ou même parfois plus forte que la précédente sur les fruits des vignes traitées.

C'est là un fait tout à fait exceptionnel en Armagnac. Depuis que le black rot y existe, la première invasion du fruit est l'invasion décisive ; les suivantes, sans être entièrement inoffensives, n'emportent plus qu'une faible proportion de la récolte. Il faut sans doute attribuer cette anomalie à l'humidité exceptionnelle de la période du 6 au 25 juillet : le pluviomètre a enregistré 8 jours de pluie et l'hygromètre un état hygrométrique élevé ; d'autre part, pendant 7 jours, le thermomètre a atteint ou dépassé 30 degrés.

Invasions du 18 août et du 9 septembre. — Beaucoup moins intenses que la précédente sur l'appareil végétatif et sur le fruit.

La végétation a pris fin en grande partie pendant cette période. Les deux séries de feuilles tachées qui correspondent à ces invasions font suite aux séries précédentes. Des feuilles non tachées s'intercalent quelquefois entre elles. Les feuilles tachées occupent toujours une position intermédiaire sur les pampres qui n'ont pas fini leur croissance. Elles deviennent terminales sur ceux plus nombreux qui ne s'accroissent plus. Les fruits sont en véraison ou mûrs ; quelques-uns d'entre eux sont attaqués. C'est aussi un fait exceptionnel dû sans doute aux circonstances atmosphériques. Il y a eu 22 jours de pluie du 25 juillet au 9 septembre. Les taches sont encore nombreuses sur les feuilles de plus en plus rares qui sont atteintes. Cela montre que, si le parasite ne fait pas plus de dégâts, c'est qu'il ne trouve plus sur les organes de la vigne un terrain favorable. J'ai noté encore une invasion au 11 octobre et une autre au commencement de novembre sur quelques pousses et quelques grapillons tardifs développés sur des repousses.

Le parasite est toujours là ; il n'abandonne son hôte que lorsque celui-ci ne peut plus le nourrir.

Il résulte de ce qui précède que, dans les foyers intenses de black rot, le parasite manifeste sa présence par la formation de taches et de lésions diverses aussi longtemps que la vigne porte des organes capables d'assurer son développement complet.

Les invasions succèdent aux invasions depuis le moment où les premières feuilles atteignent leur taille définitive jusqu'à celui où toute formation de nouveaux organes est entièrement arrêtée.

En 1897, l'intensité des invasions, mesurée par le nombre total des lésions formées sur l'ensemble des organes de la vigne, a augmenté jusqu'à la première invasion du fruit, et a ensuite diminué jusqu'à la dernière invasion. Cette marche ascendante, puis descendante de la maladie tient essentiellement, ainsi que nous l'avons vu, à ce que le nombre des organes en état de réceptivité pour le black rot a augmenté jusqu'à la formation du fruit et a diminué ensuite. Le développement du parasite a toujours présenté un certain rapport avec la quantité de nourriture qui était à sa disposition. Elle tient aussi en partie à ce que le parasite, qui ne forme sur l'appareil végétatif que des organes sporifères, développe sur les fruits principalement des organes de conservation, des sclérotes, de sorte que la multiplication des spores, constamment croissante jusqu'à la première invasion du fruit, commence à éprouver un ralentissement à partir de cette invasion.

Toutefois, cette deuxième cause d'affaiblissement de la maladie paraît moins importante que la première. Si très peu de feuilles étaient atteintes par les dernières invasions, chacune d'elles portait un assez grand nombre de taches: C'était moins le parasite que le milieu nutritif qui faisait défaut.

Lorsque, dans une localité donnée, les conditions atmosphériques ne sont pas, au cours d'une saison, constamment favorables au parasite, on conçoit que l'évolution normale de la maladie puisse se trouver quelque peu modifiée et que, par exemple, l'invasion d'intensité totale maximum soit tantôt celle-ci, tantôt celle-là. Dans les foyers d'intensité faible ou moyenne, il peut même arriver que les invasions de mai et juin ayant été assez fortes, les suivantes soient insignifiantes et passent presque inaperçues.

Toutefois, des renseignements qu'ont bien voulu me fournir un certain nombre de bons viticulteurs, et en particulier M. Goulard, il résulte qu'en Armagnac la marche du black rot est, chaque année, dans ses grandes lignes, la même qu'en 1897. Quelques taches apparaissent sur les feuilles à la fin d'avril ou au début de mai; dans le courant de mai survient une forte invasion portant principalement sur les feuilles et, dans le courant de juin, une invasion extrêmement forte portant sur les feuilles, les sarments, les vrilles et les rafles. Viennent ensuite des invasions d'intensité décroissante portant à la fois sur l'appareil végétatif et sur le fruit, parmi lesquelles la première est dans la règle de beaucoup la plus importante pour le raisin. Les invasions capitales, au point de vue pratique, sont les deux fortes invasions de mai et de juin et les deux premières du fruit. Elles surviennent à des dates qui varient d'une année à l'autre avec l'état de la végétation. A la première invasion du fruit, les grains de raisin ont la taille d'une forte graine de Pois.

On comprend que, sous l'influence du climat et de l'encépagement, la date, le nombre ou l'intervalle des invasions puissent éprouver quelques variations. Il résulte cependant des observations de mes collaborateurs, MM. Marre et Fournialis dans l'Aveyron, Gouirand dans la Charente-Inférieure, Verdié dans la Gironde, Tachoires dans la Haute-Garonne, que dans la région du Sud-Ouest ces variations sont d'importance minime et ne modifient pas sensiblement l'allure générale de la maladie.

La durée des invasions est en général de 4 à 8 jours. Dans les conditions ordinaires, la marche d'une invasion est très régulière : on y distingue une première phase d'intensité rapidement croissante suivie d'une deuxième phase d'intensité plus lentement décroissante. Le plus grand nombre des lésions se forme dans les premiers jours de l'invasion. On conçoit d'ailleurs que les circonstances atmosphériques puissent modifier notablement soit la durée, soit la marche d'une invasion. Nous avons vu qu'il en a été ainsi de l'invasion de juin à la suite de deux abaissements successifs de la température.

La formation des lésions n'est pas limitée d'une façon absolue aux époques des invasions. Il se peut que dans l'intervalle de deux invasions on observe çà et là quelques lésions nouvelles sur des pousses tardives ou au contraire hâtives, ou sur des grains de raisin. Les spores des champignons comme les graines des plantes supérieures ne germent pas toutes en même temps ; il en est toujours quelques-unes dont la germination précède ou suit celle de la grande masse. D'autre part, la végétation des souches d'une même vigne n'est pas d'une absolue uniformité. Mais ces lésions sont en nombre si faible par rapport à celles qui se forment pendant les invasions, qu'elles sont en général presque négligeables, On a vu que le 16 mai la maladie était au total dans le même état que le 5 mai.

Il y aurait dès lors un inconvénient sérieux à dire qu'on se trouve en présence d'une invasion chaque fois que l'on aperçoit quelque tache nouvelle ou que l'on voit un nouveau grain de raisin se pourrir. C'est ce que me paraissent n'avoir pas assez remarqué quelques observateurs. En donnant aux détails la même importance qu'aux ensembles, on crée des confusions inextricables et l'on perd de vue le sens vrai des phénomènes. Un exemple permettra de toucher en quelque sorte du doigt l'inconvénient que je signale. J'ai trouvé à la fin de juin, sur des grappes particulièrement avancées, un petit nombre de grains de raisin blackrotés ; quelle erreur de mesure n'aurais-je pas commise si j'avais signalé comme invasion cette première apparition du black rot sur les fruits, mettant ainsi en parallèle la perte de quelques grains difficilement découverts avec la destruction totale des fruits survenue du 6 au 10 juillet !

Nous réserverons donc le nom d'invasion à chaque apparition en masse de taches ou de lésions nouvelles, nous rappelant que, dans l'intervalle des invasions, des lésions nouvelles en petit nombre peuvent se montrer.

Il est à peine besoin de dire que, dans les régions faiblement blackrotées, les périodes d'invasion ne se distinguent très nettement des productions intercalaires de lésions qu'à la suite d'observations journalières et attentives.

II. — CONDITIONS INTERNES DU DÉVELOPPEMENT DU BLACK ROT (1)

Nous avons vu qu'à chaque invasion les taches ou autres lésions du black rot se localisent sur les organes qui se trouvent dans un état particulier de développement. Nous allons examiner de près, et pour chaque organe de la vigne, les diverses circonstances de cette localisation.

Feuilles. — Les feuilles complètement adultes ne participent pas aux invasions de même que les feuilles très jeunes. Seules sont tachées au moment d'une invasion les feuilles qui, sans être tout à fait adultes, ont atteint cependant leur taille définitive ou sont près de l'atteindre. La position sur le pampre des feuilles frappées par une invasion varie suivant que l'on considère un pampre en voie de croissance ou un pampre à croissance terminée. Dans le premier cas, les feuilles tachées occupent un position intermédiaire ; elles sont comprises entre les feuilles entièrement adultes et les jeunes feuilles du sommet. Dans le second cas, les feuilles tachées peuvent se trouver à l'extrémité même du sarment.

C'est que la localisation des feuilles tachées n'est pas déterminée par la position des feuilles sur le sarment, mais par leur état de développement. Cette localisation est aussi indépendante des dimensions absolues des feuilles. Nous avons vu précédemment que, dans les repousses en particulier, les feuilles terminales, qui peuvent être très petites, sont, comme les autres, tachées au moment où leur croissance est sensiblement terminée. Enfin, la localisation des feuilles tachées est indépendante de l'origine des pampres, de leurs dimensions et de leur position sur la souche ; elle s'observe aussi bien sur les pampres internes que sur les externes, sur les repousses que sur les sarments principaux, que leur longueur atteigne deux ou trois mètres ou n'excède pas quelques centimètres.

---

(1) J'ai signalé à la commission supérieure du black rot, réunie à Nogaro le 10 août 1897, les faits relatifs aux conditions internes du développement du black rot qui vont être exposés. M. Fréchou avait précédemment constaté (1889) que le black rot gravit par degrés à des périodes presque régulières les divers étages du cep, mais cette observation était restée inaperçue parce qu'elle était vague, non appuyée de faits précis et que son auteur n'en avait pas démontré l'utilité pratique. Après avoir montré à son tour, en 1896, que le black rot procède par poussées successives, M. G. Couderc a signalé, après moi, au congrès ampélographique de Toulouse, quelques-uns des faits nouveaux dont il va être question, en particulier ceux relatifs à la localisation des taches sur les feuilles et aux conditions de *réceptivité* des organes.

Les feuilles tachées pendant une invasion ne le sont plus pendant les suivantes, parce que dans l'intervalle elles sont devenues tout à fait adultes et par suite réfractaires au black rot. Il en résulte qu'à chaque invasion, ce sont des feuilles placées de plus en plus haut le long des pampres qui sont frappées. Les feuilles atteintes par les diverses invasions forment des séries qui se succèdent sans se confondre le long des sarments. Il y a même mieux : entre deux séries successives de feuilles tachées se trouvent ordinairement intercalées une, deux, trois feuilles non tachées, grâce auxquelles la distinction des séries devient très facile.

Voici, à titre d'exemples, quel était en septembre dernier l'état par rapport au black rot de cinq pampres de Folle blanche pris sur les souches non traitées : (1)

	Feuilles non tachées	Feuilles tachées (3 mai)	Feuilles non tachées	Feuilles tachées (18 mai)	Feuilles non tachées	Feuilles tachées (7 juin)	Feuilles non tachées	Feuilles tachées (16 juillet)	Feuilles non tachées	Feuilles tachées (25 juillet)	Feuilles non tachées	Feuilles tachées (18 août)	Feuilles non tachées
I	3	0	0	4	2	8	0	2	0	3	2	2	0
II	3	0	0	6	0	7	3	5	1	2	1	1	0
III	2	1	1	5	3	6	0	6	0	2	0	2	0
IV	1	1	2	3	2	7	1	4	1	4	0	3	1
V	3	0	0	6	1	5	1	5	0	3	0	2	1
	12	2	3	24	8	33	5	22	2	14	3	10	2

De ces exemples que je pourrai multiplier, on peut tirer un certain nombre de conclusions :

1° Le nombre des feuilles tachées correspondant sur un même pampre aux diverses invasions de l'année est variable.

---

(1) Les feuilles, comptées de bas en haut le long du pampre, sont inscrites horizontalement dans le tableau. Les chiffres romains se rapportent aux pampres.

Le nombre des feuilles tachées à la suite d'une invasion est en rapport avec le nombre des feuilles formées depuis l'invasion précédente, ce qui revient à dire que l'intensité de l'invasion est en rapport avec l'intensité de la croissance de la vigne. Les mêmes observations s'appliquent en général au nombre des feuilles non tachées intercalées entre les feuilles tachées.

2° Le nombre des feuilles tachées pendant une même invasion peut varier beaucoup pour un même cépage d'un pampre à un autre. Les divers pampres d'une même vigne ou d'une même souche s'accroissent en effet inégalement. C'est celui qui a formé le plus de feuilles depuis l'invasion précédente qui est le plus frappé. Les mêmes observations s'appliquent aussi généralement au nombre des feuilles non tachées intercalées entre les feuilles tachées.

On voit que, pour un cépage donné, les séries de feuilles tachées et de feuilles non tachées intercalaires ne se succèdent pas avec la régularité qui avait été indiquée (1). Cela était à prévoir, étant donné le nombre très inégal des feuilles qui se forment d'une invasion à l'autre au cours d'une saison. Quoiqu'il en soit, le nombre des feuilles tachées par série et celui des feuilles non tachées intercalaires ne sauraient servir, comme on l'a proposé (2), à mesurer la résistance relative des divers cépages, puisqu'ils varient d'une souche à l'autre pour un même cépage, d'un sarment à l'autre sur une même souche, d'une série à l'autre sur un même sarment.

Lorsque les séries de feuilles tachées ne sont pas séparées par des feuilles non tachées, la distinction est encore aisée, grâce à cette circonstance que chaque série commence dans la règle par des feuilles à taches petites et nombreuses et finit par des feuilles portant un petit nombre de grandes taches.

La planche 21 qui reproduit fidèlement une série de cinq feuilles tachées (fig. 1, 2, 3, 4, 5) pendant l'invasion du 18 mai permet de constater que les taches très petites sur la feuille inférieure de la série augmentent de diamètre jusqu'à la quatrième feuille ; les taches de la cinquième feuille sont un peu plus petites que celles de la quatrième.

(1) G. Couderc : *Progrès agricole et viticole*, 1896.
(2) G. Couderc : *Progrès agricole et viticole*, 1897.

Si, comme cela paraît rationnel, on admet que les taches sont d'autant plus grandes que les feuilles ont plus d'aptitude à nourrir le parasite, la planche montre nettement que la réceptivité relative des diverses feuilles de la série diminue de haut en bas. Sur la feuille inférieure, le parasite n'a pu former que de très petites lésions ; sur celle qui est immédiatement en dessous et qui n'a pas été représentée sur la planche, il n'en avait plus formé du tout. Cette feuille, plus âgée encore que la précédente, avait perdu toute réceptivité ; elle était devenue réfractaire au black rot. On s'explique ainsi très bien que des feuilles non tachées puissent exister au bas des diverses séries de feuilles tachées et que, à plus forte raison, les feuilles atteintes par une invasion soient épargnées par les suivantes.

La planche 21 montre aussi que le nombre des taches par feuille est très variable dans une même série. Il est assez rare que la feuille la plus tachée soit l'inférieure. C'est le plus souvent une feuille intermédiaire plus voisine de la base que du sommet de la série ; au-dessus et au-dessous de cette feuille le nombre des taches diminue graduellement. Il diminue vers le haut parce que les feuilles plus jeunes ont reçu moins de spores à leur surface ; il diminue vers le bas parce que les feuilles inférieures, quoique plus richement ensemencées, ont une réceptivité affaiblie qui ne permet pas à toutes les spores d'aboutir à la formation d'une tache.

On ne saurait être surpris que le parasite du black rot ne se développe plus sur des feuilles adultes. C'est un fait qui n'est pas isolé chez les Champignons. Il me suffira de rappeler que les Champignons qui produisent la carie et le charbon du blé ne peuvent envahir leur hôte que lorsqu'il vient à peine de germer ; des blés qui ne dépassent pas le sol de 10 centimètres sont déjà réfractaires à ces maladies. Le *Cystopus candidus*, qui produit la rouille blanche des Crucifères, ne peut envahir complètement que des individus très jeunes et sur des individus adultes ne peut s'attaquer qu'à des bourgeons à peine développés. Les tissus adultes offrent à beaucoup de parasites une résistance invincible.

On a dit, pour expliquer la résistance des feuilles adultes au black rot, que les tubes germinatifs des spores ne pouvaient plus pénétrer dans les tissus de la feuille dès que la cuticule était formée. Cela n'est pas exact puisque la cuticule existe déjà dans les feuilles avant qu'elles aient quitté le bourgeon et qu'elle ne fait que s'épaissir par la suite. L'épaississement de la cuticule est certainement un obstacle à la contamination.

On a dit aussi que la feuille cessait d'être envahie lorsque les parois des cellules étaient formées de vraie cellulose. Ce n'est pas non plus exact. C'est dans les jeunes pousses, en effet, que l'on trouve la cellulose la plus pure. En même temps qu'elle s'imprègne avec l'âge de matières minérales, la membrane des cellules s'épaissit et devient plus dense. Ces diverses modifications surviennent dans les parties internes de la feuille à mesure que la cuticule s'épaissit à la surface. Et ce sont là sans doute les deux causes de la résistance des feuilles adultes aux attaques du black rot. La première paraît avoir, tout au moins dans certains cas, une importance plus grande que la seconde. Des observations plusieurs fois répétées m'ont en effet permis de constater que le tube germinatif des spores peut traverser la cuticule des feuilles relativement âgées sans que pour cela des taches se forment sur ces feuilles.

On s'explique moins bien à première vue que dans les sarments en voie de croissance les jeunes feuilles du sommet ne soient pas atteintes.

M. Fréchou (1) a émis récemment cette hypothèse que des taches ne peuvent apparaître à la surface des feuilles que lorsque de nouvelles feuilles, jouant le rôle d'écran, se sont développées au-dessus des premières formant « un abri qui maintiendra assez longtemps une atmosphère saturée de l'humidité qui s'évapore du sol ». Quand on se représente dans les vignes vigoureuses, d'ordinaire les plus frappées par le black rot, les longs pampres érigés de la Folle blanche dont l'extrémité s'élève souvent à plus de deux mètres au-dessus du sol, on se demande combien de temps dans la journée les petites feuilles du sommet protègent celles qui les suivent contre la lumière et on ne voit pas bien que ces petites feuilles soient capables de maintenir au-dessous d'elles une atmosphère saturée de l'humidité du sol. D'ailleurs, ce n'est pas lorsque les feuilles occupent une position intermédiaire et vont montrer des taches, que le parasite a besoin d'un abri. C'est plutôt lorsque les spores déposées à leur surface vont germer qu'un écran lui serait utile. Or, comme on le verra plus loin, les feuilles sont alors très petites et occupent l'extrémité du pampre. Dès qu'il a pénétré dans les tissus, le parasite, dont toutes les parties sont internes, peut se passer de protection.

---

(1) Fréchou : *Revue de Viticulture*, 1er semestre 1898.

Pendant la dernière saison, j'ai fait vivre, sous cloche, successivement, un grand nombre de rameaux de vigne qui, après avoir été inoculés, servaient à des recherches diverses (1). Ceux de ces rameaux qui s'accommodaient de ce régime et restaient vigoureux étaient seuls conservés. Bien qu'à partir de l'inoculation les rameaux fussent maintenus sous cloche, c'est-à-dire dans une atmosphère constamment saturée d'humidité, jamais, sur aucun d'eux, je n'ai vu les feuilles de l'extrémité présenter de taches, à moins que la croissance des pampres et des feuilles elles-mêmes ne fût sensiblement terminée.

Enfin, et en l'absence de tout autre motif, celui-ci suffirait, l'hypothèse de M. Fréchou ne peut être admise parce que les feuilles terminales, même celles des longs pampres isolés, présentent à leur tour des taches lorsque la croissance du pampre est terminée et que ces feuilles ont elles-mêmes à peu près atteint leur taille définitive. Ici tout écran manque et, si un écran était nécessaire, il le serait aussi bien pour les dernières feuilles que pour les précédentes.

On peut, sans recourir à aucune hypothèse, s'expliquer cette localisation d'une façon satisfaisante. La durée de l'évolution du black rot sur les feuilles a été étudiée par MM. Viala et Ravaz qui, dans leurs expériences, l'ont trouvée de 10 à 12 jours, mais admettent d'ailleurs qu'elle est très variable. C'est aussi mon avis. Elle a varié, en 1897, de 10-12 jours en juillet, à 22-25 jours en avril-mai ; elle a été de 16 à 21 jours, tout récemment, dans une serre dont la température était comprise entre 16° et 23°. Dès lors, si des feuilles reçoivent à leur surface des spores, alors qu'elles sont très petites, lorsque les 10 à 25 jours qui peuvent être nécessaires à l'évolution du parasite sont écoulés, la feuille a grandi et a pu même devenir adulte.

Il arrive souvent que la feuille supérieure d'une série porte des taches plus petites que la feuille placée au-dessous (Pl. 21, fig. 4

---

(1) Les uns étaient dehors, les autres dans une pièce qui me servait de laboratoire.

et 5). On pourrait peut-être en conclure qu'il existe pour les feuilles un maximum de réceptivité correspondant à un état particulier de développement ; la réceptivité diminuerait à la fois vers les feuilles plus âgées et vers les feuilles plus jeunes. De nouvelles recherches permettront seules de résoudre cette question.

Il va de soi que l'on n'a pas besoin de cette hypothèse pour comprendre la localisation des feuilles tachées. L'explication que j'en ai donnée se suffit à elle-même.

Lorsque la réceptivité des feuilles est devenue très faible, les taches de black rot peuvent se réduire à de petites macules d'un brun foncé qui portent quelquefois une, deux, trois pustules, mais qui, le plus souvent, en sont tout à fait dépourvues.

Les figures 1 à 5 de la planche 21 permettent de constater que, sur une feuille donnée, les taches peuvent être de diamètre très différent. Dans la règle, les plus grandes sont formées au début de l'invasion et les plus petites à la fin, alors que la réceptivité de la feuille a diminué. Ces taches tardives peuvent se montrer alors que les premières formées portent déjà des pustules, et des observations trop rapides pourraient faire croire que les taches nouvelles apparaissent sur des feuilles frappées non par l'invasion en cours, mais par l'invasion précédente. La figure 6 représente une feuille tachée pendant l'invasion de juin ; on y trouve trois générations de taches formées à deux ou trois jours d'intervalle à la suite des deux périodes de quasi-interruption de l'invasion que j'ai signalées plus haut et qui, nous l'avons vu, ont été dues à deux périodes successives d'abaissement de la température. Ces exemples montrent une fois de plus combien la continuité des observations est indispensable à l'interprétation exacte des faits.

Pétioles des feuilles, sarments, vrilles, rafles. — Nous avons vu que les pétioles, les tiges, les vrilles et les rafles ne participent aux invasions que lorsqu'ils se trouvent dans un état moyen de développement. La raison en est sans doute la même que pour les feuilles. En admettant que le parasite pénètre par exemple dans une vrille lorsqu'elle vient à peine de quitter le bourgeon, la vrille, continuant à s'accroître pendant que le parasite évolue dans ses tissus, pourra présenter un développement avancé lorsque les lésions consécutives à la contamination se montreront à sa surface.

Toutefois, ce développement est assez souvent bien inférieur à celui de l'état adulte, surtout pour les tiges.

Lorsque les tiges, vrilles, rafles, pétioles, sont parvenus à l'état adulte, ils sont réfractaires au black rot. Leur réceptivité diminue à mesure qu'ils sont plus près d'être adultes. Ils ne portent alors que des lésions réduites et superficielles d'un brun foncé, souvent un peu saillantes, pauvres en pustules ou même sans pustules. Certaines de ces taches sont si petites qu'on les voit à peine à l'œil nu ou même à la loupe. De nombreuses transitions permettent cependant de les rapporter au black rot. D'ailleurs, des coupes transversales heureuses, sur des pousses contaminées maintenues sous cloche ou sur des pousses prises dans les vignes non traitées, m'ont permis plus d'une fois de trouver en place les spores qui avaient provoqué la formation de lésions de cette nature et de lever les doutes qui auraient pu subsister.

Pendant les invasions de mai, les axes principaux des raffles et leurs grosses ramifications sont en état de réceptivité ; ils l'ont perdue au moment de l'invasion de juin qui porte sur les petites ramifications et surtout sur les pédicelles des fleurs.

La résistance des tissus adultes de ces divers organes tient, comme celle des tissus adultes de la feuille, d'une part à l'épaississement de la cuticule, d'autre part, à l'accroissement d'épaisseur et de densité des tissus corticaux.

L'influence de la lignification que l'on a fait intervenir pour expliquer la résistance des tissus adultes doit être éliminée puisque l'écorce n'est jamais lignifiée.

Fruits. — La période de réceptivité des grains de raisin est très étendue ; ils peuvent présenter des lésions pour ainsi dire à tout âge. J'ai vu des grains de raisin attaqués par le black rot, alors qu'ils n'étaient guère que deux à trois fois plus gros que des ovaires mûrs, et d'autres, alors qu'ils étaient entièrement mûrs. C'est qu'à tout âge leur cuticule peut être percée et que leurs tissus internes sont toujours délicats. On n'observe pas dans les parois de leurs cellules ces accroissements d'épaisseur et de densité qui, dans les autres organes, arrêtent la marche du Champignon. Toutefois, au point de vue pratique, la période dangereuse pour les grains de raisin est, en général, limitée ; elle s'étend depuis le moment où ils ont la taille d'une graine de Pois jusqu'à la véraison. Avant et après cette période, ils ne sont que rarement attaqués.

Divers observateurs ont signalé la destruction par le black rot de grains à peine noués. J'ai bien vu des grains de cette nature noircis et comme brûlés, mais ils ne présentaient pas de pustules à leur surface ; leur pédicule en était par contre couvert. La dessiccation de ces grains était indirecte : elle provenait de l'envahissement de leur pédicelle par le black rot. Sans doute, le parasite peut pénétrer dans des ovaires à peine fécondés, mais pendant qu'il se développe, le jeune grain grossit et son volume s'est plus ou moins accru au moment où le parasite le tue.

Après la véraison, il semble que le grain de raisin, par sa composition, soit moins apte à nourrir le parasite. Quoi qu'il en soit, les grains mûrs sont beaucoup plus rarement attaqués par le black rot que les grains verts. Ils peuvent, lorsqu'ils sont envahis, être complètement desséchés ; mais assez souvent ils ne sont attaqués que d'une façon partielle. Dans certains cas, les grains envahis brunissent légèrement en un point de leur surface et la partie brunie se couvre de pustules sans qu'il en résulte d'autre accident (1). Dans d'autres, la partie couverte de pustules se déprime plus ou moins. On peut trouver toutes les transitions entre les grains ainsi frappés et ceux qui sont complètement desséchés.

Avant la véraison, on trouve aussi, mais toutefois moins fréquemment, des grains de raisin qui ne portent que des lésions superficielles. Ces lésions n'arrêtent pas en général leur développement et ne les empêchent pas de mûrir. Elles se présentent sous l'apparence de taches d'un brun foncé, planes ou un peu déprimées, portant à leur surface un petit nombre de pustules. Elles sont tout-à-fait superficielles, formant comme une sorte de croûte, séparée des tissus sous-jacents par plusieurs couches de cellules subérifiées. Lorsque ces lésions se forment sur des grains jeunes, par les progrès de l'âge, la croûte se fendille dans sa partie moyenne, tombe par fragments et se creuse d'une sorte de chancre à bords irréguliers formés par les parties périphériques de la croûte qui restent généralement en place. Les croûtes brunes se distinguent des lésions de l'anthracnose par leur teinte ordinairement uniforme et, en tout cas, par les pustules qui se trouvent à leur surface. Les chancres s'en distinguent par leurs bords irréguliers portant presque toujours un certain nombre de pustules.

---

(1) Le Dr Engelmann montra, en 1873, à Planchon, un grain mûr de Concord dont une grande plaque d'épiderme portait de petites pustules. C'est la première fois, dit Planchon, que le Dr Engelmann a vu ces pustules se développer sur l'épiderme seul sans que le grain se dessèche en même temps. (Viala et Ravaz : *Le Black Rot*, p. 65-66).

Il arrive parfois que le parasite ne reste pas cantonné dans la croûte superficielle et que, par la suite, traversant la gaîne de liège, il envahit complètement le grain.

III. — INFLUENCE DES CONDITIONS EXTÉRIEURES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLACK ROT

Les circonstances atmosphériques jouent dans le développement du black rot, comme dans celui des autres maladies cryptogamiques, un rôle considérable. M. Viala (1) a constaté qu'en Amérique le black rot ne sévit avec intensité que lorsqu'une température élevée se trouve associée à une humidité suffisante. Les régions chaudes et humides des Etats-Unis sont ravagées par le black rot ; les régions chaudes et sèches n'en souffrent que très peu.

Dans les Etats les plus éprouvés, les précipitations aqueuses sont surtout estivales. Il semble que, dans la partie occidentale de l'Europe, le régime des pluies devrait être défavorable à l'extension du black rot, puisque les précipitations aqueuses y sont principalement hivernales. Mais, depuis trois années, les conditions climatériques se sont, dans le Sud-Ouest de la France et principalement en Armagnac, beaucoup rapprochées de celles des régions viticoles des Etats-Unis, au point de vue du régime des pluies. Les étés y sont très pluvieux. En 1897, du 15 mai au 15 août, le pluviomètre enregistreur a indiqué, à Miselle, 46 jours de pluie. Pendant cette même période, 22 journées ont présenté une température égale ou supérieure à 30°. Il n'est donc pas surprenant que le black rot y revête un caractère de gravité tout à fait extraordinaire. Avec des étés plus normaux, la défense serait sans doute beaucoup plus facile. Les étés secs de la région méditerranéenne constituent probablement pour les vignobles méridionaux la meilleure défense contre le black rot.

---

(1) P. Viala : *Une mission en Amérique*, p. 223-257.

L'influence de l'état hygrométrique de l'air paraît être moins grande sur le développement du black rot que sur celui du mildiou et de l'oïdium. On sait que ces dernières maladies sévissent particulièrement dans les parties basses ou encaissées, ou voisines des cours d'eau ; les vignes en coteaux ou situées sur des plateaux largement découverts sont généralement beaucoup moins atteintes. Il est assez souvent possible de faire, en ce qui concerne le black rot, des constatations analogues. Mais on peut faire assez souvent aussi des constatations inverses.

La vigne la plus horriblement blackrotée que j'aie vue en Armagnac est celle de M. Bousquet, de Montlezun, qui est située à la partie supérieure d'un coteau très élevé balayé par tous les vents. D'ailleurs le black rot avait sur tout ce coteau, qui est couvert de vignes, une intensité beaucoup plus grande que dans la vallée de l'Izaute située à sa base, même dans le cas, réalisé chez M. Ducom, où la rivière bordait les vignes sur la plus grande partie de leur pourtour.

Dans la commune de Mormès, trois vignes appartenant à trois propriétaires différents s'étagent sur les flancs d'un coteau peu élevé, au bas duquel coule un ruisseau. En juillet dernier l'intensité du black rot diminuait de la vigne la plus élevée, appartenant à M. Descamps, à la plus basse, appartenant à M. Pape, en passant par celle de M. Dubos, qui occupe une position intermédiaire. Ces trois vignes avaient été imparfaitement traitées.

Dans cette même commune de Mormès, M. Lamarque possède une vigne en pente divisée en deux parties par un chemin creux ayant la direction de la pente et bordée en bas par un fossé renfermant habituellement de l'eau. A gauche du chemin, l'intensité de la maladie augmentait du haut vers le bas ; à droite elle augmentait du bas vers le haut.

On s'explique que l'état hygrométrique de l'air intervienne moins activement dans la répartition du black rot que dans celle du mildiou ou de l'oïdium. Tandis que le parasite de l'oïdium vit à la surface des organes et que le péronospora forme ses spores à l'extérieur, le *Guignardia Bidwellii* a toutes ses parties dans les tissus de son hôte et forme ses stylospores à l'abri dans la cavité des pycnides.

En résumé, si l'influence de l'état hygrométrique de l'air est loin d'être négligeable, elle n'est pas toujours prépondérante et elle semble en tous cas bien inférieure à celle de l'eau précipitée.

Les circonstances atmosphériques ont été en 1897, pendant la durée des invasions, extrêmement variables.

Le seul facteur dont l'influence ait été manifeste, c'est la température. Les invasions ont généralement coïncidé avec des relèvements de température. Pendant les invasions du 18 mai et du 7 juin, les journées où la formation des taches a été la plus active étaient à la fois chaudes et sèches. Pendant les invasions suivantes, l'état hygrométrique a été tantôt faible, tantôt élevé dans les journées de grande formation de lésions.

Les périodes d'incubation du parasite qui précèdent les invasions ont présenté aussi des conditions atmosphériques extrêmement différentes, sans qu'il soit possible de relever le moindre fait présentant un caractère de généralité. Une fois que le parasite a pénétré dans les tissus de son hôte, il est soustrait à l'influence directe des circonstances atmosphériques, sauf à celle de la température.

Il n'est donc pas surprenant que cette dernière action se manifeste seule d'une façon constante.

D'ailleurs la connaissance des circonstances atmosphériques qui coïncident avec les invasions ne présente pas l'intérêt pratique que certains observateurs lui avaient attribué. L'invasion, en effet, n'est que la manifestation ultime, visible, d'une évolution jusque là invisible et commencée depuis un nombre variable de jours (de 10 à 25 pour les feuilles en 1897). C'est le début de cette évolution qui seul importe et pour lequel des données météorologiques précises pourraient être d'une certaine utilité. On ne peut agir sur le parasite qu'avant son entrée dans les tissus ; après, c'est-à-dire pendant toute la période d'incubation et pendant la formation même des taches, on se trouve impuissant.

On comprend qu'il soit difficile d'étudier les conditions d'un phénomène invisible ou, en tout cas, d'une observation extrêmement délicate. Cette étude n'est cependant pas impossible, bien que, pour fournir des résultats solides, elle exige sans doute plusieurs années d'observation.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896

I. — CELLULE

1. Noyau

La cytologie continue à fournir un grand nombre de travaux concernant surtout l'étude du noyau ; B. Farmer (1) a condensé récemment dans un article de vulgarisation les principaux faits acquis en ces derniers temps, grâce aux travaux de Strasburger, Haberlandt, Boveri, Zacharias, Auerbach, Rosen, etc.

Noyau au repos. — Rosen (2) revient sur les conditions dans lesquelles se produisent les colorations des divers éléments du noyau, les uns absorbant les matières colorantes bleues, les autres les matières colorantes rouges, lorsqu'on soumet le noyau à une double coloration pratiquée à l'aide de mélanges des deux séries de colorants ; il avait montré précédemment que la charpente chromatique se colore eu bleu, les nucléoles en rouge. Il a observé dans des nouvelles recherches sur les cellules de la racine du *Hyacinthus orientalis* que les noyaux du méristème terminal ont dans les conditions indiquées leur réseau nucléaire nettement coloré en bleu, mais qu'en dehors de ce méristème, le noyau des cellules devenues vacuolaires ne fixe plus le colorant bleu, mais devient par contre très avide de fuchsine ; les nucléoles se colorent toujours en rouge. La *cyanophilie* apparaît donc comme un caractère des noyaux des cellules en voie de division, riches en nucléine, l'*érythrophilie* est particulière aux noyaux situés en dehors des méristèmes et qui ont perdu le pouvoir de se diviser. Il en résulte que la cyanophilie du noyau mâle et l'érythrophilie du noyau femelle ne sauraient être considérées comme absolument liées à la sexualité de ces noyaux ; mais les cellules femelles partageant avec les noyaux des cellules qui ont cessé leur évolution le caractère de l'érythrophylie, il est possible que l'acte de la fécondation consiste dans l'apport à la cellule femelle par la cellule mâle de la nucléine qui serait nécessaire à son développement ultérieur.

---

(1) J. Bretland Farmer : *On recent Advances in Vegetable Cytology* (Sc. Progress, V, 1896, p. 23-37).

(2) F. Rosen : *Kern und Kernkörpchen in meristematischen und sporogenen Gewebe* (Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl., VII, 1895, p. 225 312, 3 Pl.).

Rosen a étudié les noyaux et les nucléoles dans différents tissus méristématiques et sporogènes. Il a remarqué que les racines du *Hyacinthus orientalis* présentaient une certaine périodicité dans les divisions cellulaires, de sorte qu'on peut trouver disposés longitudinalement les uns derrière les autres les différents stades de la division. Lorsque les cellules vieillissent, l'auteur a remarqué que la quantité de nucléine diminue, que le réseau chromatique se resserre, que la membrane nucléaire devient très apparente et que le noyau peut prendre une forme différente de la forme sphérique ou ellipsoïdale ; de plus, les nucléoles se fragmentent. Les modifications subies par le noyau sont les mêmes pour les cellules à raphides et les vaisseaux ; mais ici les nucléoles deviennent plus gros, à l'inverse de ce qui arrive généralement.

Nous ne nous appesantirons pas à nouveau sur les différents chapitres de l'importante étude de Rosen, qui se rapportent à différents problèmes cytologiques, et qui ont été analysés avec détail dans la précédente Revue d'Anatomie.

Zacharias (1) a recherché de son côté quels étaient les rapports qui existent entre la naissance de la cellule et les modifications subies par le noyau. Auerbach et Schwarz avaient déjà signalé le grossissement du noyau et de ses nucléoles pendant la croissance des cellules ; Schwarz a de plus fait observer que la facilité avec laquelle les noyaux prennent les matières colorantes est plus considérable lorsqu'ils sont jeunes et qu'elle diminue à partir du moment où le noyau atteint son volume maximum.

L'auteur a étudié à ce point de vue les tubes criblés et les vaisseaux du *Cucurbita* et a observé qu'il pouvait se produire une augmentation de chromatine et de substance nucléaire pendant la croissance, mais que celles-ci pouvaient diminuer d'une manière très sensible avant que les cellules aient atteint leur taille définitive. Zacharias a de même remarqué une augmentation de volume pour le noyau et les nucléoles des cellules de l'albumen du Ricin. Contrairement à Péters, il n'a pu, chez le *Pinus Larix*, mettre en évidence l'accroissement en volume des noyaux pendant la germination, mais a remarqué que dans le noyau d'abord homogène il apparaît un réseau. Chez le Maïs et chez la Jacinthe les noyaux de l'albumen n'offrent aucune modification lorsque la plantule se développe. Ces résultats différents tiennent à ce que les cellules de l'albumen du Ricin continuent à s'accroître pendant la germination, ce qui n'a pas lieu pour les autres plantes étudiées.

L'auteur montre que les cellules stomatiques possèdent des noyaux et des nucléoles beaucoup plus petits que ceux des cellules épidermiques ordinaires, mais que ces noyaux sont beaucoup plus riches en nucléine.

---

(1) E. Zacharias : *Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen* (Flora, LXXXI, 1895, p. 217-266, Pl. V-VII).

Zacharias recommande, pour mettre en évidence la nucléine dans des matériaux conservés dans l'alcool, l'emploi de l'acide chlorhydrique à 0,3 °/₀, dans lequel la chromatine, à l'inverse des nucléoles, prend un contour net et un aspect réfringent particulier.

Sphères directrices. — Humphrey (1) discute la valeur des différents colorants proposés pour différencier les centrosomes qu'il a surtout bien observés dans les cellules-mères des spores de *l'Osmunda regalis*; pour lui il n'est pas douteux que les centrosphères, constituées par un corps central, le centrosome, et une masse hyaline qui l'entoure, l'astrosphère, se multiplient par voie de division; il y aurait d'abord une constriction de la centrosphère primitive, puis séparation des deux parties; l'auteur est donc d'un avis différent de Farmer, du travail duquel nous allons parler; Farmer, d'après Humphrey, aurait observé des phénomènes anormaux. L'auteur considère comme secondaire la question qui a été si discutée de l'origine cytoplasmique ou nucléaire des centrosomes, car, avec Boveri, il regarde la cavité nucléaire correspondant à une simple région du protoplasma occupée par les chromosomes.

Farmer (2) reprend, au point de vue des centrosomes, qu'il n'avait pas antérieurement exactement identifiés, l'étude des divisions cellulaires s'opérant dans les anthères de *Lilium*, où il avait précédemment (1893) décrit la fragmentation du nucléole pendant la cariokinèse. Les matériaux, anthères de *Lilium tigrinum, candidum, speciosum*, étaient fixés par l'alcool absolu seul ou mélangé d'acide acétique ou d'acide formique ainsi que par le liquide d'Hermann. Sans entrer dans le détail des phénomènes observés par l'auteur, signalons seulement ce fait qu'il arrive à se demander si les centrosomes sont bien de véritables organes morphologiques stables, s'ils ont une existence indépendante des forces qui déterminent la division nucléaire, s'ils ne sont pas destinés à perdre leur individualité une fois que ces forces n'agissent plus et à disparaître alors dans le protoplasma général; à cette question de l'existence propre des centrosomes, Farmer répond par la négative; ses principaux arguments sont les suivants : Heidenham a montré que dans certaines cellules le nombre de ces corps est variable; de plus la grosseur des centrosomes des deux pôles opposés du fuseau est souvent très différente, ce qui plaide contre l'action directrice de ces corps, car il est naturel d'admettre que cette action serait en raison directe de leurs dimensions, ce qui n'est pas; Farmer dit qu'on ne pourrait démontrer leur existence objective que par une multiplication s'effectuant exclusivement par bipartition; observer un cas où ils apparaissent par formation nouvelle dans le protoplasma serait détruire leur individualité propre. Il faut donc faire pour eux la démonstration que Schimper a faite pour les leucoplastes ou les regarder comme de simples masses où s'opère une condensation, dont la signification physiologique peut être très importante, mais dont l'existence est passive et transitoire.

---

(1) J. E. Humphrey : *On some constituents of the cell* (Ann. of Bot., IX, 1895, p. 561-579, Pl. XX).

(2) J. B. Farmer : *Ueber Kerntheilung in Lilium-Antheren besonders in Bezug auf die Centrosomen-Frage* (Flora, LXXX, 1895, p. 38-55, 1 Pl.).

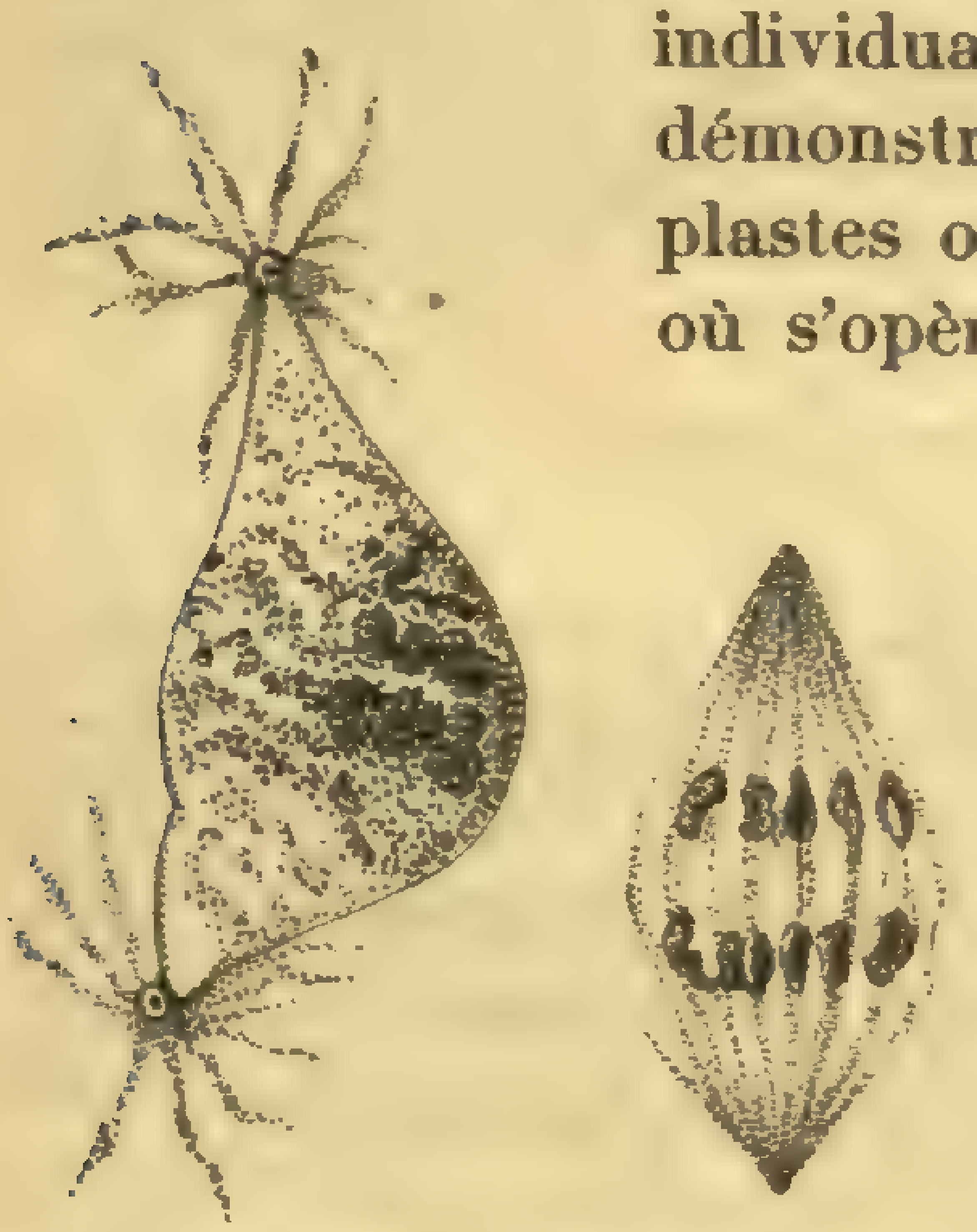


Fig. 75 et 76. — Division des noyaux dans les sporanges de *Pellia epiphylla*. A gauche prophase avec centrosphères, à droite stade de la séparation des chromosomes sans centrosphères. G = 750 (d'après Strasburger).

Strasburger (1) a vu, dans des préparations de sporanges de *Pellia epiphylla* faites par Farmer, des centrosphères (Fig. 75) d'une netteté qui est rare même chez les animaux; au repos, elles ne sont plus visibles; elles sont de même le plus souvent absentes au stade fuseau pour apparaître plus ou moins nettes aux pôles pendant la réunion des chromosomes des noyaux-fils; puis les filaments radiaires se dissolvent et on ne voit plus de centrosphères. Strasburger montre de plus que la multipolarité est bien due à la présence de plusieurs centrosphères.

Nucléoles. — On est encore loin d'être fixé sur l'origine des nucléoles et sur le rôle qu'ils remplissent durant la division cellulaire. J. E. **Humphrey** (2), dans une étude relative à plusieurs corps cellulaires, cherche à résoudre en premier lieu la question de savoir quelle est la nature de ces nucléoles et ce qu'ils deviennent pendant la cariokinèse. Zimmermann a essayé de montrer que l'axiome «*omnis nucleolus e nucleolo* » régissait la formation de ces corps; il est en contradiction avec l'opinion générale qui regarde les nucléoles comme formés par une substance de réserve qui se dissout ordinairement, ou du moins qui se modifie dans les premiers stades de la cariokinèse; **Strasburger** (3) trouve que le nucléole des cellules mères de pollen du *Lilium* est entièrement dissous au moment où est constitué le fuseau, et ajoute que, si le nucléole est rejeté dans le cytoplasma, ce phénomène n'a lieu qu'après une grande réduction de son volume, due apparemment à la dissolution de sa substance. M. Guignard (1894) avait également montré que chez le *Psilotum* la persistance des nucléoles est beaucoup plus rare que leur dissolution.

---

(1) E. Strasburger : *Kariokinetische Probleme* (Jahrb. f. w. Bot., XXVIII, 1895, p. 151-204. 2 Pl.).

(2) J. E. Humphrey : *On some constituents of the cell* (Ann. of Bot., IX, 1895, p. 561-579. Pl. XX).

(3) E. Strasburger : *Kariokinetische Probleme* (Pringsh. Jahrb. f. w. Bot., XXVIII, 1895, p. 151-204. 2 Pl.).

Dans ses propres recherches sur le *Psilotum*, Humphrey n'a pas trouvé un seul cas bien net de nucléole extranucléaire ; mais rare ou fréquent, ce phénomène ne permet pas de regarder le nucléole comme un organe permanent ; leur grande variabilité et leur évidente passivité s'opposent à ce qu'on les regarde comme des corps bien définis; leur forme variable, la facilité avec laquelle ils se rompent ou se dissolvent, leur tendance à prendre la forme globulaire quand rien ne s'y oppose et qu'ils ne sont pas trop gros, tout indique clairement pour Humphrey qu'ils ont une consistance fluide.

En disparaissant dans le noyau, le nucléole perd son pouvoir de fixer les colorants et cela beaucoup plus rapidement qu'il ne décroît de volume ; ce fait semble confirmer l'idée que les nucléoles sont des masses indéfinies d'une substance de réserve (*pyrénine* de Schwarz) qui se transforme chimiquement en même temps qu'elle perd son pouvoir de fixer les matières colorantes.

Belajeff (1894) avait également observé que dans les cellules mères du pollen du *Larix* les nucléoles se dissolvent après avoir subi une réduction de volume ; Strasburger (1), employant la technique de Zimmermann, confirme les observations de Belajeff. Le nucléole s'y dissout sur place au moment de la formation du fuseau pendant qu'apparaissent dans le cytoplasma des corpuscules sphériques qui se colorent comme les nucléoles ; ces corps se dissolvent quelquefois incomplètement au moment de la formation des nucléoles dans les noyaux-fils ; or ces nucléoles se forment lorsque la membrane nucléaire est constituée ; il faudrait admettre un passage de la substance nucléolaire à travers cette membrane.

De même dans les cellules mères du pollen du *Lilium bulbiferum* et du *Fritillaria persica* le nucléole est dissous au moment du stade fuseau ; le nucléole n'est pas modifié jusqu'au moment où se dissout la membrane nucléaire ; à partir de ce moment il diminue de volume et se colore d'une manière moins intense ; il se dissout entièrement ou sort très réduit du fuseau et passe alors dans le cytoplasma environnant ; jusqu'à sa dissolution il conserve sa forme sphérique ou prend la forme irrégulière indiquée par Farmer (2), qui avait déjà décrit antérieurement (1893) la fragmentation du nucléole pendant le processus cariokinétique et son passage dans le cytoplasma. L'axiome de Zimmermann est donc inacceptable, car un seul cas bien net de dissolution du nucléole suffit pour l'infirmer.

---

(1) E. Strasburger : *Kariokinetische Probleme* (Jahrb. f. w. Bot., XXVIII, 1895, p. 151-204. 2 Pl).

(2) J.-B. Farmer : *Ueber Kerntheilung in Lilium-Antheren, besonders in Bezug auf die Centrosomen-Frage* (Flora, LXXX. 1895, p. 38-55. 1 Pl. double).

Pour Strasburger les corpuscules se colorant comme les nucléoles et apparaissant dans le noyau ou le cytoplasma, après la dissolution du nucléole, doivent provenir de substance nucléaire dissoute. L'auteur a vérifié ses observations sur les cellules de l'endosperme du *Fritillaria imperialis* et sur différents points végétatifs.

La façon dont les nucléoles se comportent microchimiquement empêchent d'admettre pour la substance chromatique une origine nucléaire ; on pourrait au contraire en se basant sur des considérations de microchimie regarder les fibres du fuseau comme dérivant de la substance nucléolaire ; mais Strasburger ne peut arriver à cette conclusion par l'observation directe.

Rosen a également observé la disparition complète des nucléoles pendant la phase dispirème ou leur passage dans le cytoplasma pendant la cariokinèse ; ses observations portent sur l'*Hyacinthus orientalis*, le *Lilium lancifolium*, l'*Aspidistra*, le Haricot, le Maïs ; il regarde les nucléoles des cellules filles comme étant de formation nouvelle dans les cellules où le nucléole primitif est rejeté dans le cytoplasma.

Paranucléole. — Zimmermann (1893) a attiré l'attention sur la présence dans les cellules sexuelles du *Lilium Martagon*, au premier stade de leur division, d'un nucléole aplati contre la membrane nucléaire et présentant la forme d'une faucille ; ce corps équivaut au paranucléole de Strasburger ; Zimmermann a essayé de relier ce phénomène particulier à celui de la réduction des chromosomes ; si l'existence de ce corps était liée au passage de la plante asexuée à la plante sexuée, comme le croit Zimmermann, on devrait, fait remarquer Humphrey (1), le rencontrer constamment pendant la prophase de la première division des cellules mères du pollen ; or Humphrey n'a pu trouver un seul de ces corps, ni même un seul nucléole en contact avec la membrane nucléaire ; il rapporte l'observation de Zimmermann à un accident de technique et Strasburger se rallie à cette opinion.

Division indirecte. — H. Dixon (2) a recherché quel était le nombre de chromosomes présenté par les noyaux des différentes cellules d'une même plante au moment de leur division cariokinétique ; il a observé qu'il variait de 16 à 32 chez le *Lilium longiflorum* ; il n'en a compté que 16 dans la plupart des noyaux des régions en voie de croissance ; dans beaucoup de cellules on en compte 24 ; mais ces nombres

---

(1) J.-E. Humphrey : *On some constituents of the cell* (Ann. of Bot. IX, 1895, p. 561-579. Pl. XX).

(2) H.-H. Dixon : *On the chromosomes of Lilium longiflorum* (Proc. of the R. Irish Acad. Sc. III, Vol. III, 1896, p. 707-720, Pl. XXIII).

16 et 24 ne sont caractéristiques pour aucun tissu ; on rencontre des noyaux à 24 chromosomes dans l'écorce, les faisceaux de la feuille, dans la moelle de la tige, dans l'assise sous-épidermique des jeunes anthères ; les noyaux à 16 chromosomes sont encore deux fois plus fréquents que les précédents et se rencontrent dans les mêmes organes et les mêmes tissus. Alors que, d'après M. Guignard, les noyaux du *Lilium Martagon* ont généralement 24 chromosomes, ceux du *L. longiflorum* en possèdent le plus souvent 16.

Avant la division des cellules mères des grains du pollen le filament nucléaire ne contient que 8 ou 12 chromosomes (plus rarement 10, 13 ou 14). Dans les divisions nucléaires de jeunes ovules on observe 16 ou 24 chromosomes ; dans le premier noyau du sac embryonnaire l'auteur en a compté 16, le nombre de chromosomes des noyaux supérieurs du sac embryonnaire peut varier d'un sac à l'autre, ou bien dans un même sac ; il peut être de 12, 10 ou 8.

Le nombre de chromosomes est donc très variable dans une même plante, même dans les tissus jeunes, où Strasburger pensait qu'il était constant.

E. Sargant (1) a étudié la formation du noyau de l'oosphère dans le *Lilium Martagon*. Les chromosomes se divisent longitudinalement dans les trois divisions nucléaires qui conduisent à la formation de l'oosphère ; mais la première de ces divisions diffère sensiblement des deux autres ; les caractères distinctifs de cette première division sont la longue période de croissance que le premier noyau subit avant la formation du filament spirème et sa séparation en chromosomes et d'autre part certaines formes particulières présentées par ces chromosomes lors de la séparation des segments.

Le noyau présente quatre phases : le stade de repos, le stade synapsis, le stade spirème et celui de segmentation ; ces phases sont comparables à celles qu'offrent les noyaux végétatifs des téguments de l'ovule. Le stade de repos est le même dans les deux espèces de noyaux ; on ne peut d'abord distinguer le noyau de la cellule mère du sac embryonnaire des noyaux des cellules nucellaires voisines ; il devient ensuite plus gros, mais sans changer de structure.

Le stade synapsis est caractérisé, pour le premier noyau du sac embryonnaire comme pour les cellules mères des grains de pollen, par le fait que les filaments chromatiques sont disposés d'un seul côté d'une vacuole nucléaire ; le nucléole se dissout en partie et la membrane nucléaire disparaît aussi partiellement.

Au stade spirème le noyau de la cellule mère du sac embryonnaire présente une structure très différente de celle des cellules végétatives ; alors que le filament spirème des noyaux végétatifs fixe les colorants de

---

(1) E. Sargant : *The formation of the sexual nuclei in Lilium Martagon.* (Ann. of Bot. X, 1896, p. 445-477. Pl. XXII-XXIII).

la chromatine celui du premier noyau du sac embryonnaire est érythrophile et se trouve bordé par de petits grains de chromatine. Le stade de segmentation n'offre rien de particulier.

Pendant la seconde cariokinèse, qui se produit presque immédiatement après la première, le noyau qui se trouve du côté de la chalaze présente de 24 à 32 chromosomes, bien qu'il ne s'en soit formé que 12 à la première cariokinèse.

Ishikawa (1) a étudié le développement des grains de pollen de l'*Allium fistulosum* et particulièrement au point de vue de la réduction chromatique. Les cellules végétatives possèdent dans leur noyau 16 chromosomes, les cellules sexuelles n'en comptent que 8; lors de la première division des cellules mères des grains de pollen chaque chromosome subit une division longitudinale; chacun des chromosomes qui résultent de cette division se coude fortement de façon à prendre une forme plus ou moins nette de V; ces filaments chromatiques se raccourcissent généralement et s'accolent dans leur région coudée. Les chromosomes résultant de la division longitudinale se scindent ensuite transversalement au sommet du V; dans la première division nucléaire de chaque cellule mère, il s'opère donc successivement une division longitudinale et une division transversale des chromosomes, si bien qu'à la fin il existe 16 chromosomes à chaque pôle; chaque chromosome des noyaux-fils se résout en microsomes et perd temporairement son individualité.

La seconde division, qui aboutit à la formation des 4 cellules polliniques, a lieu suivant le mode hétérotypique de Flemming; les chromosomes prennent la forme annulaire et sont au nombre de huit; ces anneaux chromatiques se séparent en deux groupes de 8 chromosomes simples; il n'y a pas de division longitudinale; le noyau de chaque cellule pollinique possède ces 8 chromosomes simples. La formation des noyaux végétatif et sexuel s'opère comme d'habitude, chaque chromosome subissant une division longitudinale.

Farmer (1895) et Belajeff (1894) ont récemment attiré l'attention sur la manière dont les segments chromatiques se séparent dans la première division nucléaire de certaines cellules mères des grains de pollen. Miss Sargant (2) a repris l'examen de ces faits chez le *Lilium Martagon*. On sait que lorsque la plaque nucléaire est constituée chaque

---

(1) C. Ishikawa : *Études des éléments reproducteurs. III. Le développement des grains de pollen de l'Allium fistulosum L. Contribution à l'étude de la réduction chromatique dans le règne végétal* (Journ. of the College of Sc. Tokyo. X, Pars. II, 31 p., 2 Pl.).

(2) E. Sargant : *Some details of the First Nuclear Division in the Pollen-Muther-Cells of Lilium Martagon* (Journ. of the Roy. Microsc. Soc., 1895, p. 283-87).

chromosome s'est divisé complètement suivant le sens longitudinal; les deux segments sont rectilignes et placés côte à côte; ce n'est qu'à leur extrémité périphérique, où viennent s'insérer les fibres du faisceau, qu'ils ont commencé à se séparer. Au stade diaster typique les segments sont complètement séparés en deux groupes et ont la forme de V à angle tourné vers le pôle où ils se dirigent; comment s'effectue ce changement de forme des chromosomes qui, de rectilignes, acquièrent la forme d'un V? Jusqu'ici on pensait que cette modification était réalisée par la croissance plus considérable de l'extrémité périphérique du segment chromatique, et cette vue semblait confirmée par l'existence de segments ayant une forme intermédiaire, celle de V à branches très inégales.

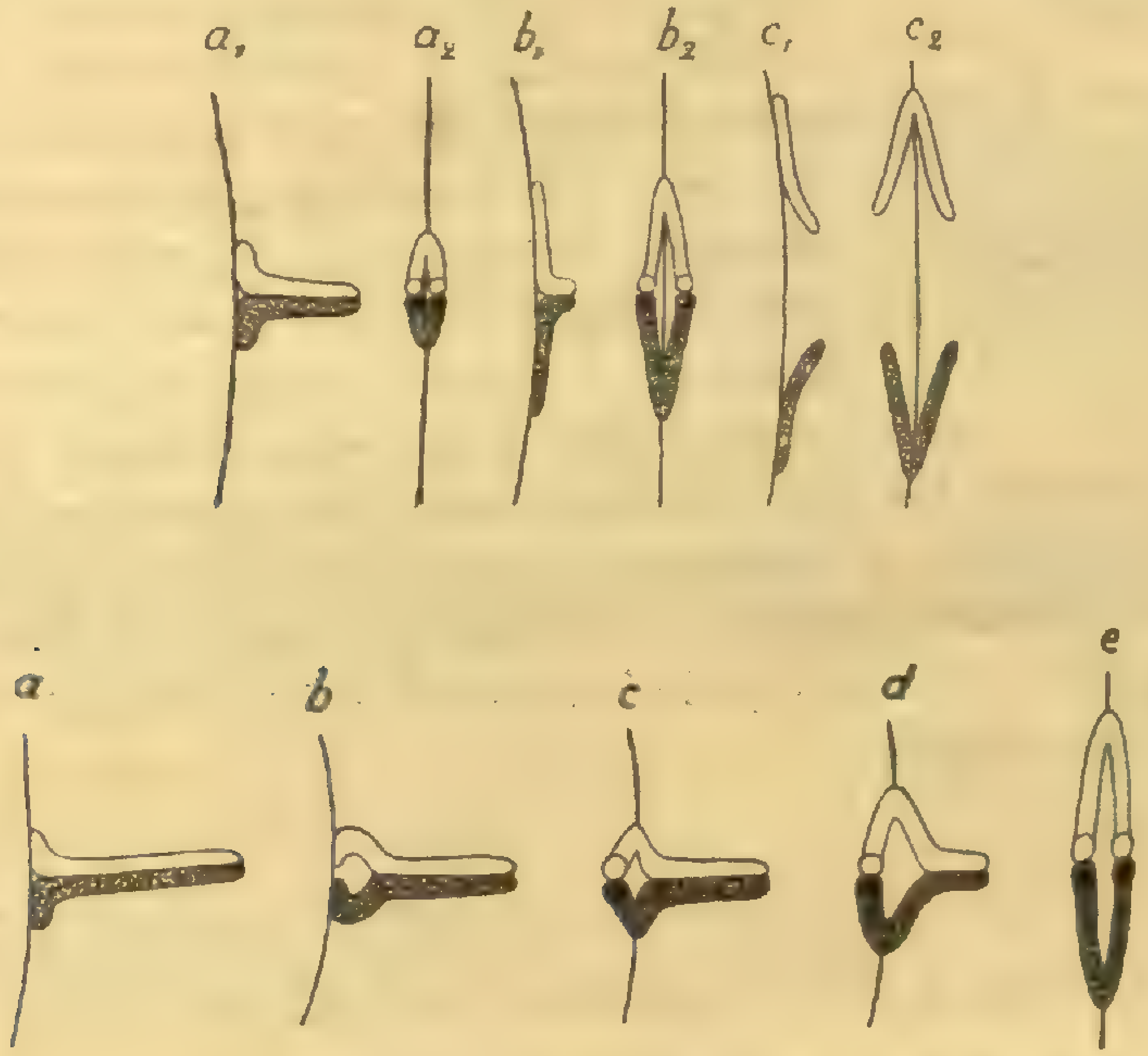


Fig. 77-78. — Schéma de la séparation des filaments chromatiques; *a*, *b*, *c*, *d*, *e* d'après M. Sargant; a_1, b_1, c_1 (filaments chromatiques vus de profil), a_2, b^2, c^2 (les mêmes vus de face), d'après Farmer et Belajeff.

Farmer et Belajeff ont admis de leur côté qu'il se produisait une seconde division longitudinale incomplète, dans un plan équatorial, et s'arrêtant avant l'extrémité périphérique du segment chromatique; ces deux segments en s'écartant prendraient aussi la forme de V (fig. 77).

Miss Sargant repousse cette dernière explication; elle a examiné un grand nombre de chromosomes dont elle rapporte les différentes formes à une incurvation de leur extrémité périphérique, c'est-à-dire qu'elle se rallie à peu près à la première explication (fig. 78).

Farmer (1) revient sur cette question et décrit des variations que

---

(1) J. Bretl. Farmer : *On the Division of the Chromosomes in the First Mitosis in the Pollen-Mother-Cell of Lilium* (Journ. of the R. Microsc. Soc. 1895, p. 502-505, Pl. X).

présente le type normal de la division hétérotypique des cellules mères des grains de pollen; l'auteur persiste dans l'opinion qu'il a émise et oppose en particulier, à l'explication de Miss Sargant, que la courbure et le développement des filaments chromatiques ne sauraient être un critérium du stade de développement des segments chromatiques, comme ils devraient l'être, si son explication était valable.

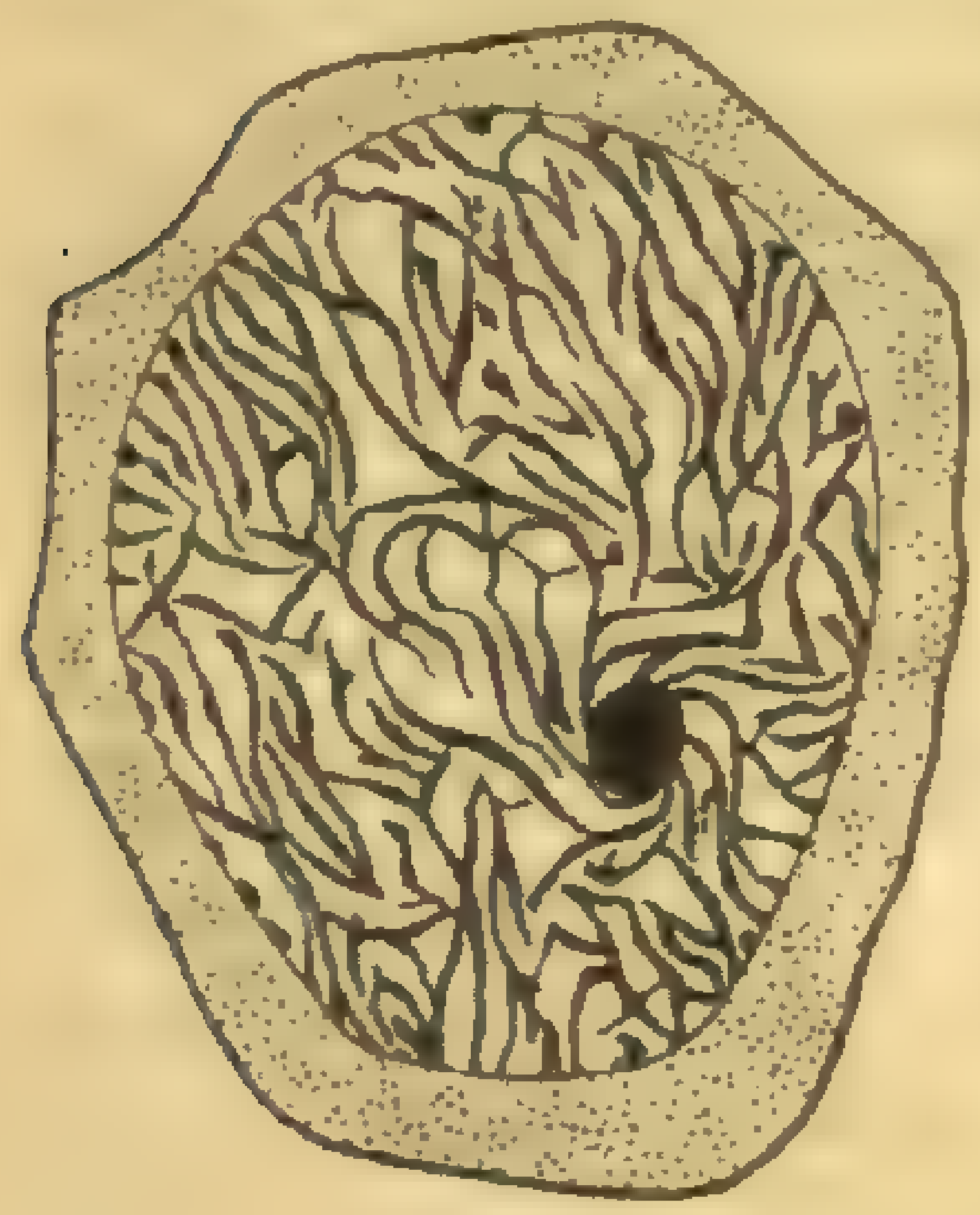


Fig. 79. — Stade *Synapsis* dans les cellules mères des spores de *Psilotum triquetrum*. G = 1000 (d'après Rosen).

Rosen (1) a étudié les points végétatifs de diverses Fougères et les différents organes du *Psilotum triquetrum;* dans les cellules végétatives de cette dernière plante, l'auteur a compté environ 96 chromosomes, alors que les cellules mères des spores n'en ont qu'environ 48; dans ces dernières on observe avant la première division une structure filamenteuse particulière de la chromatine (stade *Dolichonema* ou *Synapsis*); le noyau paraît complètement rempli d'un nombre infini de filaments très fins, intriqués les uns dans les autres; ils prennent ensuite une épaisseur irrégulière, se réunissent les uns aux autres et finissent par constituer le filament spirème. L'auteur a retrouvé ce stade Dolichonema dans les sporanges de l'*Osmunda regalis* et dans les anthères du *Convallaria vulgaris*.

---

(1) Rosen : *Kerne und Kernkörpchen in meristematischen und sporogenen Gewebe* (Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. VII, 1895, p. 225-312, 3 Pl.).

(*A suivre*). M. Molliard.

Fig. 3

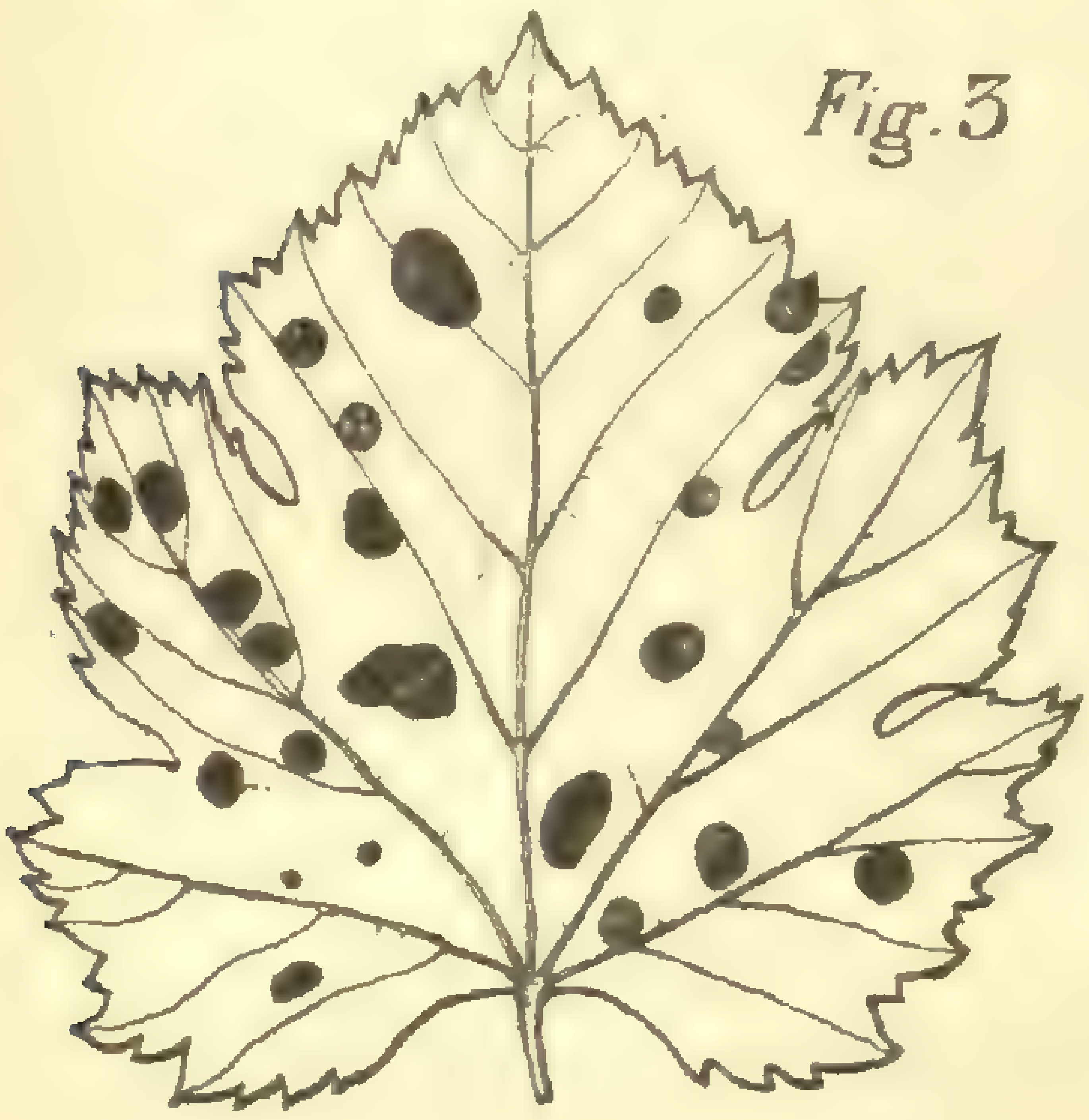


Fig. 4

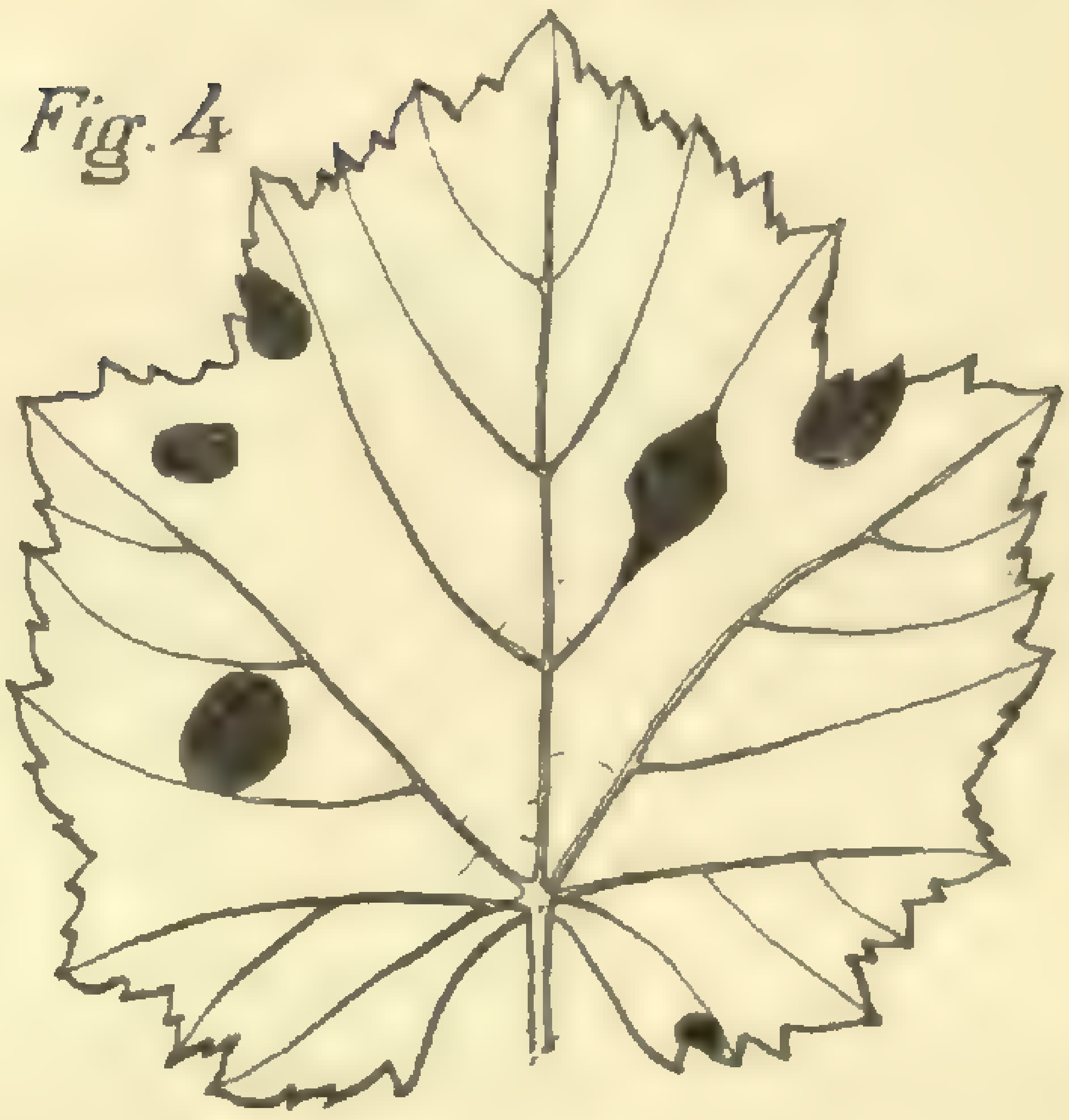


Fig. 2

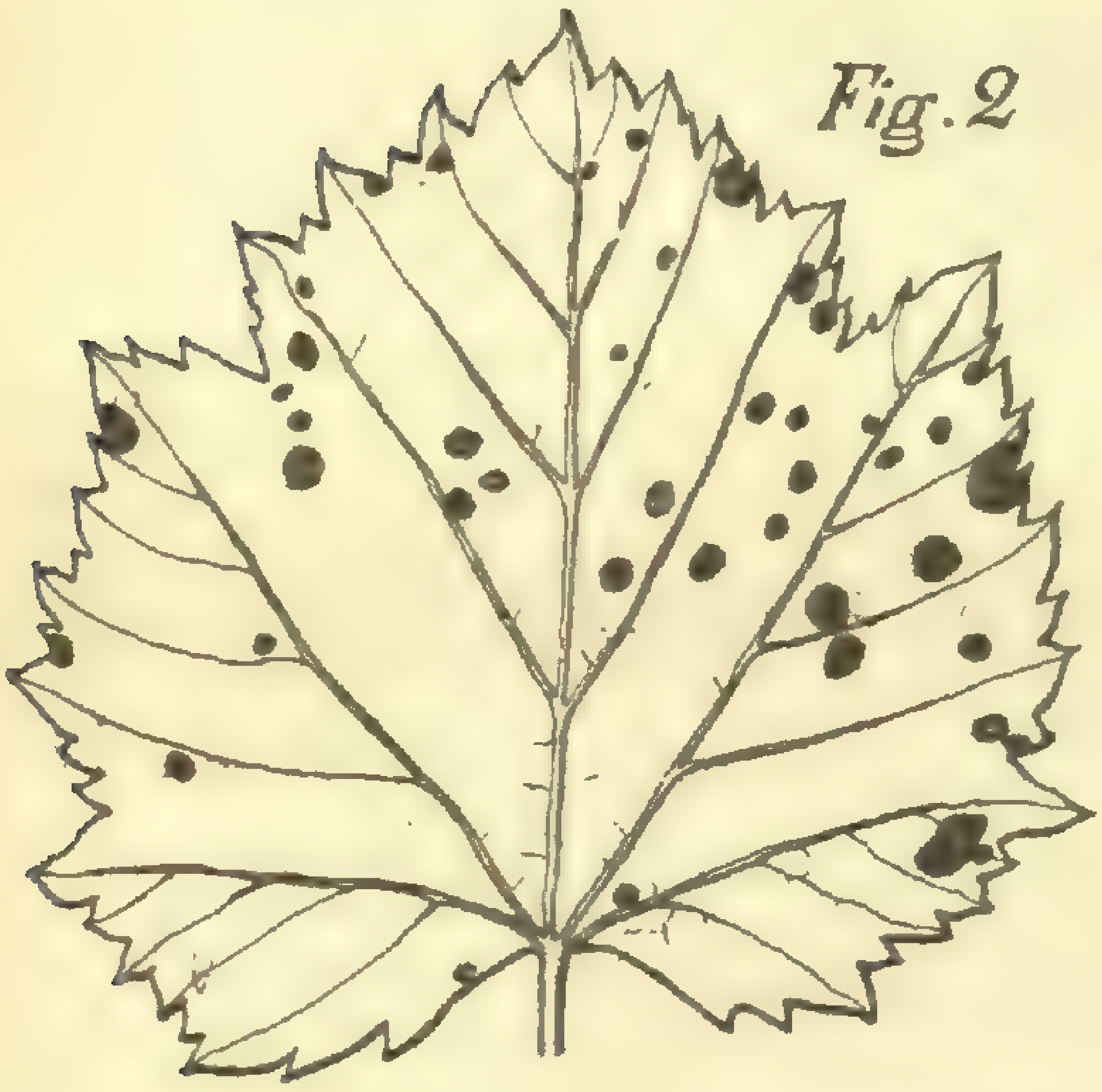


Fig. 5

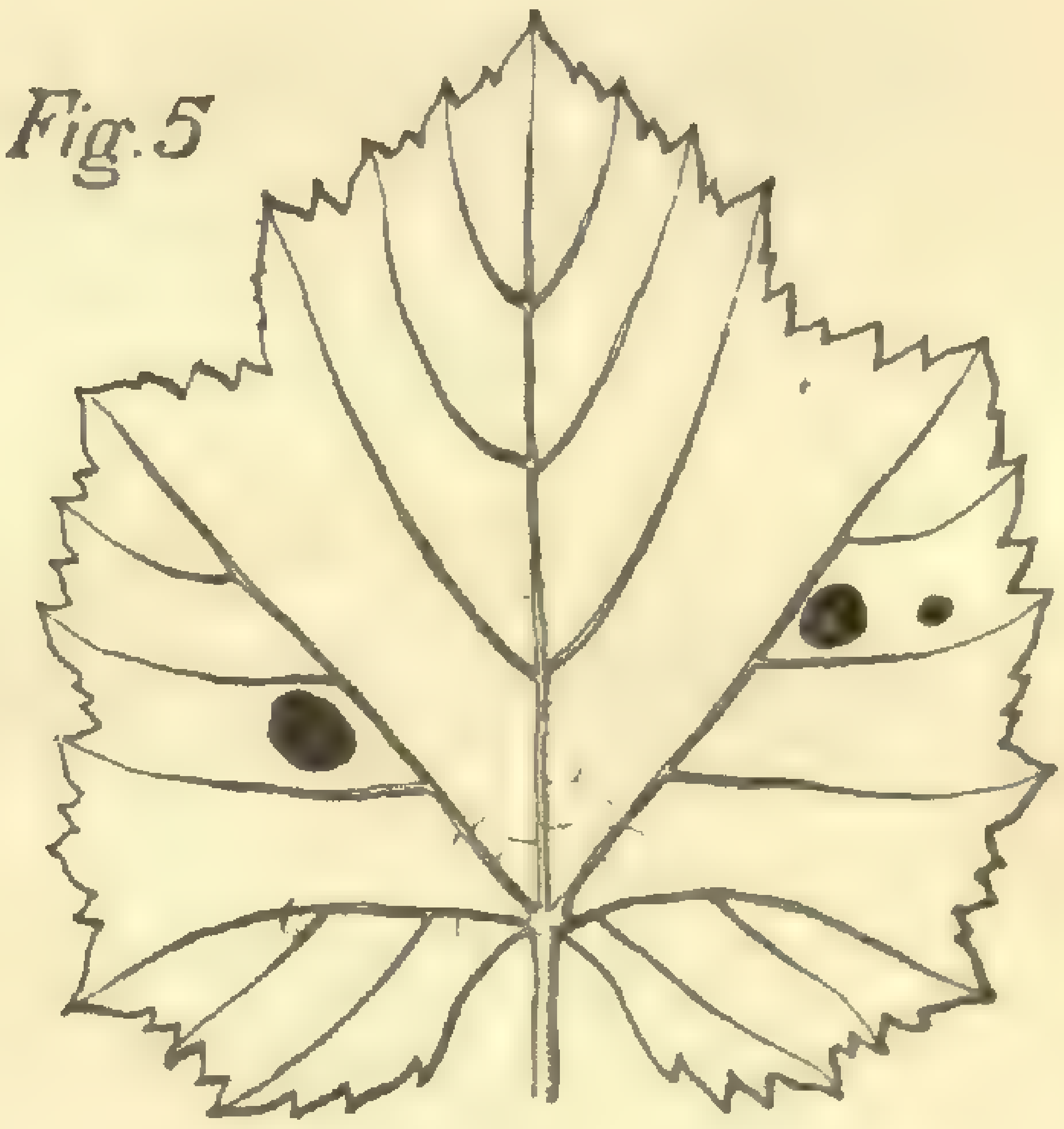


Fig. 1

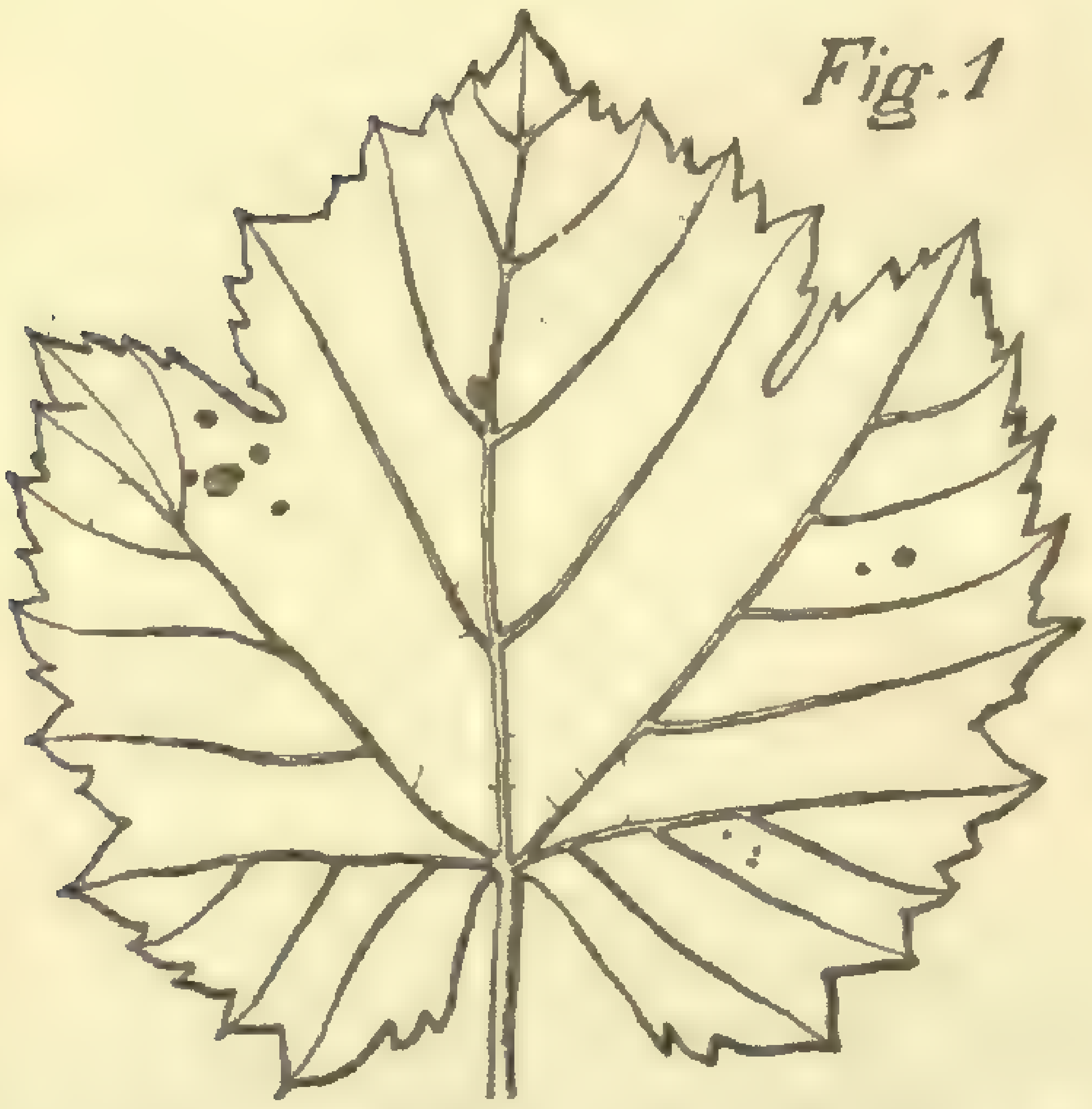
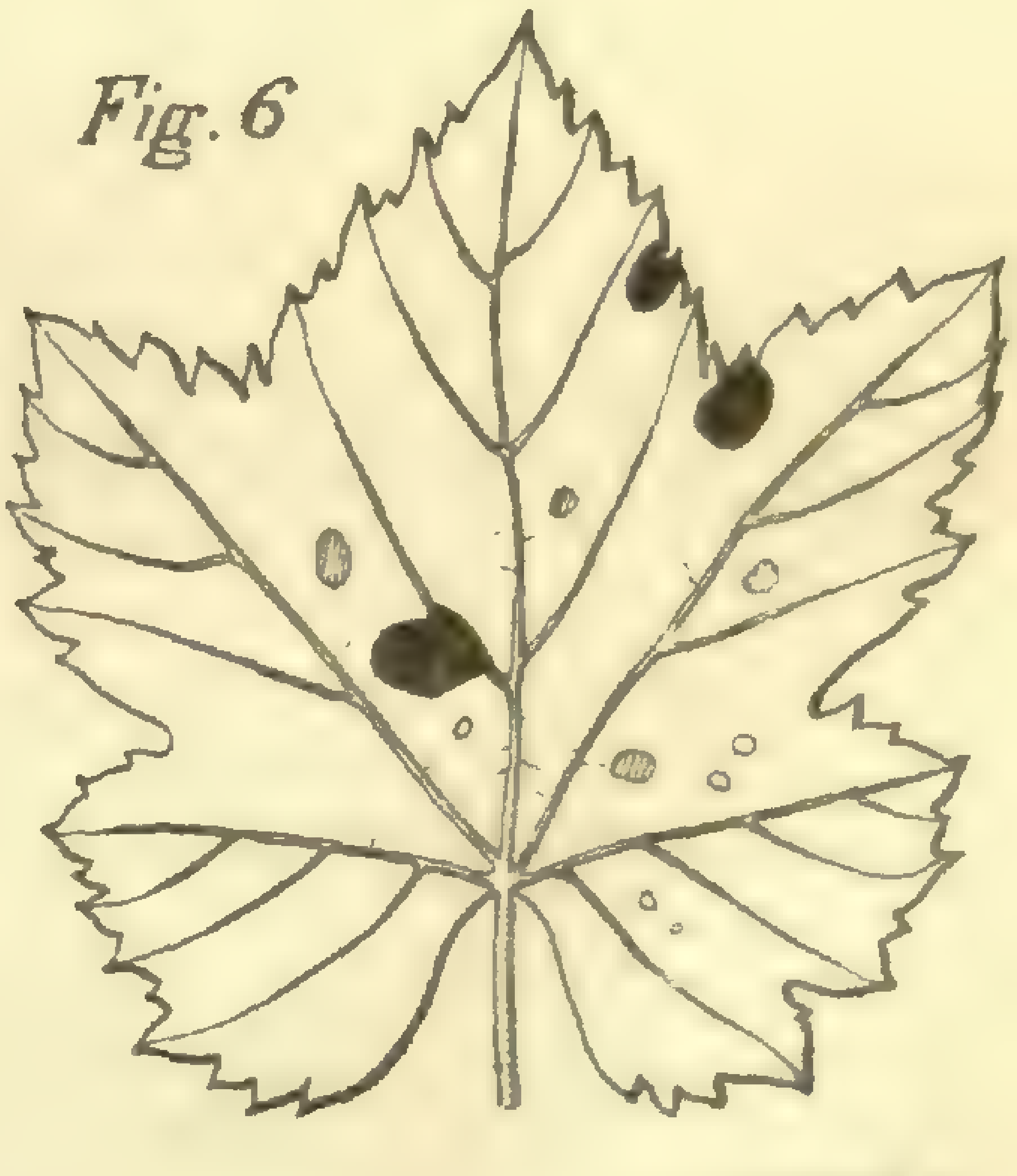


Fig. 6



A. Prunet del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Le Black Rot de la Vigne

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la *Revue générale de Botanique*

Aubert, docteur ès sciences.

Battandier, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

Briquet, professeur à l'Université de Genève.

Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

Bornet, membre de l'Académie des sciences.

Boudier, président de la Société de Mycologie.

Boutroux, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

Chauveaud, directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes.

Costantin, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

Coupin, docteur ès sciences.

Daguillon, maître de Conférences à la Sorbonne.

Daniel, docteur ès sciences.

Dassonville, vétérinaire de l'armée.

Devaux, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

Duchartre, membre de l'Académie des sciences.

Dufour, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.

Flot, docteur ès sciences.

Fockeu, docteur ès sciences.

Franchet, répétiteur au Muséum.

Gain, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Géneau de Lamarlière, professeur à l'École de médecine de Reims.

Giard, professeur à la Sorbonne.

Guignard, membre de l'Académie des sciences.

Heckel, professeur à l'Université de Marseille.

Henry, professeur à l'École forestière de Nancy.

Hervier (L'Abbé Joseph).

Hickel, garde général des forêts.

Hochreutiner, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

Houlbert, docteur ès sciences.

Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.

Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

Jaccard, professeur à l'Université de Lausanne.

Jacob de Cordemoy, docteur ès sciences.

Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.

Jonkman, de l'Université d'Utrecht.

Jumelle, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Kolderup-Kosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Lagerheim (de), professeur à l'Université de Quito.

Leclerc du Sablon, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

Léger (M.), docteur ès sciences.

Lesage, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

Lothelier, docteur ès sciences.

Lund, de l'Université de Copenhague.

Macmilian (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

Magnin, professeur à l'Université de Besançon.

Marmier, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

Masclef, lauréat de l'Institut.

Matruchot, maître de Conférences à la Sorbonne.

Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.

Mesnard, professeur à l'École de médecine de Rouen.

Molliard, chargé de Conférences à la Sorbonne.

Naudin, membre de l'Académie des sciences.

Palladine, professeur à l'Université de Varsovie.

Parmentier, docteur ès sciences.

Poulsen, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

Prillieux, professeur à l'Institut agronomique.

Prunet, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

Rabot (Charles), explorateur.

Ray, docteur ès sciences.

Russell (William), docteur ès sciences.

Saporta (de), correspondant de l'Institut.

Seignette, docteur ès sciences.

Thouvenin, professeur à l'École de médecine de Besançon.

Trabut, professeur à l'École de médecine d'Alger.

Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Van Tieghem, membre de l'Académie des sciences.

Warming, professeur à l'Université de Copenhague.

Viala, professeur à l'Institut agronomique.

Zeiller, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Novembre 1898

N° 119

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1898

I. — ÉTUDES MORPHOLOGIQUES SUR LE GENRE *ANEMONE* L. Chapitre quatrième : La Tige (avec planches), par **M. Edouard de Janczewski** . . . 433

II. — RECHERCHES SUR LES RÉSERVES HYDROCARBONÉES DES BULBES ET DES TUBERCULES (avec figures dans le texte), par **M. Leclerc du Sablon** *(suite)* 447

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte) par **L. M. Matruchòt** *(suite)* 483

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896, par **M. Marin Molliard** *(suite)* 491

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 16. — *Tiges des Anémones.*
Planche 17. — *Tiges des Anémones.*

Cette livraison renferme en outre vingt-et-une gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisieme page de la couverture.

ÉTUDES MORPHOLOGIQUES

SUR LE GENRE *ANEMONE* L.

par **M. Édouard de JANCZEWSKI.**

CHAPITRE QUATRIÈME

TIGE.

Toutes les espèces de ce genre possèdent une tige vivace, destinée à accumuler des substances de réserve. Ce rôle, elle le remplit seule, ou le partage avec les racines adventives (1).

Il y a trois formes principales à distinguer suivant le milieu où végètent et présentent les tiges. Elles sont *épigées*, *périgées* ou *hypogées*.

Jetons d'abord un coup d'œil sommaire sur les différences les plus accentuées dans les caractères de la tige et passons ensuite en revue toutes les sections du genre, en choisissant les espèces typiques que nous avons pu analyser sur le vivant ou sur des échantillons d'herbier.

La *tige épigée* (aérienne), tout-à-fait exceptionnelle dans les Anémones, s'élève au-dessus du sol, à une certaine hauteur et forme un assez humble arbrisseau. Son tissu, très dur, lui permet de se tenir dressée et de supporter les feuilles et fleurs (*A. capensis*).

La *tige hypogée* (souterraine) est propre à toutes les espèces des sections : *Oriba*, *Barneoudia*, *Sylvia* et *Hepatica*, et sert essentiellement à accumuler les matériaux de réserve. Elle affecte tantôt la forme d'un tubercule simple ou rameux, épaissi par l'activité d'une zone génératrice continue, tantôt celle d'un rhizome plus ou moins long et mince, habituellement dépourvu de tout tissu générateur.

Dans tous ces cas, la pousse annuelle engendre des écailles et finit par produire une seule feuille normale, ou quelques-unes disposées en rosette. La tige hypogée se rencontre aussi dans d'autres sections du genre, mais elle ne sert pas à les caractériser et peut porter un cachet tout spécial (*A. hypaticaefolia*, *A. Sellowi*, *A. parviflora*, *A. Richardsoni*).

---

(1) Voyez le troisième chapitre de ce travail : *Revue générale de Botanique*, 1897, p. 337.

La *tige périgée* caractérise toutes les espèces des sections : *Pulsatilla*, *Omalocarpus* et *Knowltonia*, et la plupart des espèces de la section *Anemonanthea*, en un mot des plantes que les anciens appelaient *acaules*. Les botanistes modernes ont négligé de lui donner un nom plus convenable. bien qu'elle soit tout-à-fait digne d'en recevoir un, car elle se distingue des formes précédentes, par l'absence d'entrenœuds, par sa végétation au niveau même du sol et par d'autres caractères. Elle est tantôt indivise (*Omalocarpus*), tantôt divisée en rameaux également courts (*Pulsatilla*). Réduite à ce point, la tige périgée ne constitue pas de magasin suffisant pour les matériaux de réserve, et cette fonction incombe à la volumineuse racine principale (pivot) ou aux nombreuses et longues racines adventives.

Dans la plupart des espèces, le milieu où végète la tige est constant; dans d'autres il peut varier et entraîner nécessairement la transformation du caractère de la tige. Ainsi, dans la section *Sylvia*, il y a tout un groupe d'espèces (*A. baikalensis*, *A. stolonifera*, *A. Delavayi*) dont la tige hypogée et stoloniforme passe au sommet en tige périgée. L'*A. decapetala* de la section *Oriba* possède, comme ses congénères, un rhizome tubéreux, mais celui-ci peut produire de vrais stolons. Enfin, dans l'*A. silvestris* qui peut être considéré comme type de la section *Anemonanthea*, les tiges adventives, émanant des bourgeons engendrés par les racines, portent le caractère de rhizomes dans leurs parties souterraines, et de tiges périgées à leurs sommets, proches du niveau du sol.

L'étude comparée de la structure de la tige (1), n'a révélé, il est vrai, aucun caractère particulier et commun au genre entier, mais elle a démontré que la manière de vivre de la tige entraîne des conséquences anatomiques, telles que la présence ou l'absence complète de l'endoderme, de la zone génératrice ou des tissus mécaniques.

L'*endoderme* entourant l'anneau des faisceaux libéro-ligneux n'existe jamais dans les tiges épigées et périgées; il manque aussi dans les tubercules et les rhizomes, excepté pour la section *Hepatica*. Il est au contraire apparent dans les tiges stoloniformes et ne disparaît que dans leur passage à l'état de tiges périgées (*A. baikalensis, A. Delavayi, A. stolonifera, A. parviflora, A. Richardsoni*).

---

(1) Voyez P. Marié : *Structure des Renonculacées* (Annales des sciences nat., VI sér., vol. 20, p. 52-64, pl. III) et K. Miczynski : *Anatomie des Anémones hybrides* (Comptes rendus de l'Académie de Cracovie, vol. 24, 1892, p. 105-136, pl. II-III).

La *zone génératrice* ne fait jamais défaut et fonctionne régulièrement dans les tiges épigées et périgées; par la production de nouveaux tissus, bois et liber, elle rend ces tiges propres à supporter le fardeau des feuilles, fleurs, voire même de riches inflorescences. Mais c'est dans les tubercules qu'elle atteint son maximum d'activité, car elle est obligée d'y produire en peu de temps une grande quantité de parenchyme servant de magasin aux matériaux de réserve. Les rhizomes, souvent minces et longs, sont au contraire généralement dépourvus de tout tissu générateur et contiennent des faisceaux libéro-ligneux réduits à leur structure primaire, comme dans les monocotylédones; s'ils en possèdent, l'activité de la zone génératrice est trop faible pour influer sensiblement sur le volume de la tige (*Hepatica, A. hepaticaefolia, A. Sellowi*).

Le *tissu scléreux*, sous forme de fibres ou de parenchyme lignifié, est entièrement superflu aux tiges hypogées et périgées ne portant pas d'organes d'un poids plus considérable. Lorsque ce tissu ne manque pas entièrement, ce sont tantôt de petits arcs en groupes fibreux disposés sur la limite extérieure du liber primaire (*A. silvestris, A. pennsylvanica, A. stolonifera*), tantôt la couche périphérique de la moelle (*Hepatica, A. pennsylvanica, A. stolonifera*) ou bien même la couche périphérique de l'écorce primaire qui, dans ce cas, devient un tissu protecteur (*A. coronaria*). Mais les tiges épigées (*A. capensis*) et périgées, chargées de grosses feuilles et de hautes et riches inflorescences (*A. japonica, A. virginiana*), ne peuvent pas se passer de soutien et, réellement, les fibres et les cellules lignifiées entrent ici pour une bonne part dans la composition du bois et de l'écorce et peuvent même prévaloir dans le bois (*A. capensis*).

La fonction des organes foliaires influe généralement sur le nombre ou la structure des faisceaux qu'ils reçoivent de la tige. Lorsque la feuille normale reçoit du rhizome trois faisceaux complets, les écailles en diffèrent soit par le nombre, soit par la constitution de leurs faisceaux. Ainsi, dans l'*Hepatica*, chaque écaille contient un faisceau médian complet et deux latéraux, uniquement fibreux. Mais dans l'*A. nemorosa*, il n'y a qu'un seul faisceau dans chaque écaille, excepté une ou deux des écailles transitoires précédant la feuille normale ; celles-ci contiennent en outre deux faisceaux latéraux, uniquement fibreux.

Les caractères anatomiques de la tige des Anémones peuvent être résumés de la manière suivante :

L'*épiderme* reste ordinairement quelques années à l'état vivant, après quoi il meurt en se colorant en brun. Il ne produit pas de stomates, mais bien souvent des poils unicellulaires, d'une longueur considérable.

Le *liège* apparaît dans très peu d'espèces et se développe tantôt dans l'écorce primaire (*A. rivularis*), tantôt sur sa limite avec le liber (*A. japonica*), ou dans le liber même (*A. narcissiflora*).

L'*écorce primaire* se conserve indéfiniment sur la tige, ou s'exfolie en sens centripète. Elle ne meurt entièrement que dans le cas où une zone de liège coupe sa communication avec les tissus plus profonds. Les cellules de son parenchyme se touchent intimement ou laissent entre elles de petits méats aérifères. Le tissu sécréteur fait toujours défaut; on n'y trouve même pas d'oxalate de chaux.

Le *liber primaire* ne présente aucune régularité dans sa structure. Le *liber secondaire* lui est semblable, ou contient des tubes criblés réunis en groupes distribués en rayons (*A. rivularis*) ou en zones plus ou moins concentriques (*A. narcissiflora*). La disposition des fibres scléreuses a été déjà antérieurement indiquée.

La *zone cambiale*, dont nous avons précédemment parlé, fonctionne sur tout le cercle avec la même intensité. Les exceptions à cette règle sont bien rares, mais très faciles à reconnaître par l'excentricité de la moelle (*A. parviflora*).

Le *bois primaire* est composé de vaisseaux ligneux et de parenchyme entremêlés. Le *bois secondaire* lui ressemble généralement par sa composition. Cependant, le parenchyme peut lui manquer totalement et être remplacé par des fibres ligneuses (*A. capensis*). Dans d'autres cas, le parenchyme prédomine énormément, et les vaisseaux groupés en petits faisceaux se disposent en rayons (*A. rivularis*) ou en zones concentriques (*Barneoudia*). Quelquefois, la proportion des vaisseaux et du parenchyme peut, en apparence, changer avec l'âge de la tige; cela arrive dans les tubercules où les cellules parenchymateuses augmentent de volume avec le temps et éloignent les petits groupes vasculaires (*A. coronaria*) l'un de l'autre.

Les vaisseaux primaires sont spiralés et annelés, les secondaires ponctués ou rarement réticulés. Le parenchyme est généralement mou, mais, dans les cas déjà mentionnés, il peut être lignifié en bonne part (*A. japonica*, *A. virginiana*).

Les *rayons médullaires primaires* traversent tantôt toute l'épaisseur du bois (*A. silvestris*, *A. pennsylvanica*), tantôt ils se perdent dans ses parties extérieures (*A. capensis*). Lorsqu'ils sont larges et multipliés par des rayons secondaires, le bois est souvent réduit à de minces lamelles radiales (*Pulsatilla*, *A. rivularis*). Leur tissu peut être lignifié en partie (*A. japonica*) ou même entièrement (*A. stolonifera*).

La *moelle* reste vivante jusqu'à la mort de la tige; quelquefois elle se différencie en une partie périphérique lignifiée et une centrale qui se désorganise avec le temps (*A. capensis*, *Hepatica*).

En terminant cet aperçu général sur l'organisation et la structure de la tige, nous sommes obligés de mentionner que dans certaines espèces, en vieillissant, la tige se sépare en cordons ou se transforme en réseau à cause de l'atrophie qui atteint une partie de ses tissus (écorce, bois et moelle), et de leur désorganisation (*A. narcissiflora*, *A. obtusiloba*, *A. trullifolia*, *Pulsatilla*). Nous remettons cependant ces détails à la partie spéciale.

Sect. I. — PULSATILLA Fourn.

P. PATENS Fourn.

Morphologie. — Dans toutes les Pulsatilles, la tige est périgée et fait suite à la racine principale (pivot) dans laquelle se rassemblent les matériaux de réserve. Elle se ramifie aussi bien dans les plantes cultivées que dans les spontanées; en hiver, on voit le pivot couronné de gros bourgeons serrés, quelquefois même davantage.

Anatomie. — Chaque feuille reçoit de la tige ordinairement sept faisceaux libéro ligneux. Dans les larges rayons médullaires de la tige, la zone génératrice produit des faisceaux secondaires incomplets, avec du bois remplacé par un petit groupe fibreux (Pl. 16, fig. 1). Pour cette raison, l'écorce secondaire devient assez uniforme dans toute son étendue, tandis que le bois se compose de larges rayons médullaires et de lames ligneuses dans lesquelles les vaisseaux se trouvent mêlés à du parenchyme. Dans tous les tissus parenchymateux, d'origine primaire ou secondaire, on aperçoit des fibres ligneuses disséminées sans aucun ordre apparent, soit isolées, soit réunies en petits groupes.

Comme dans la racine, la désorganisation des vieux tissus avance en sens centripète dans l'écorce et centrifuge dans le bois. L'écorce primaire s'exfolie la première et le liber suit son exemple. En attendant, la moelle devient un centre de désorganisation pour le bois, surtout pour les rayons médullaires. Il se forme ainsi des cavités dont la plus grande est centrale et étoilée, les autres irrégulières et dispersées dans les rayons médullaires (Pl. 16, fig. 2). Dans un état plus avancé, on voit la tige se fendre souvent en deux, en trois, etc. et suivre exactement le sort du pivot.

Sect. II. — ANEMONANTHEA D. C.

A. SILVESTRIS L.

Morphologie. — La tige primaire, issue de la graine, est entièrement périgée, mesure jusqu'à 4^{mm} en diamètre, produit des feuilles normales et donne naissance à des rameaux plus minces, mais complètement semblables.

Les tiges adventives engendrées par les racines présentent un caractère tout différent. Elles poussent en sens vertical et atteignent une longueur dépendante de la profondeur du sol où elles sont nées. Leurs entre-nœuds sont bien distincts, longs de 5 à 8^{mm}, mais minces, ne dépassant pas 2^{mm} en diamètre. Leurs nœuds portent chacun un organe foliaire réduit à une gaîne pointue. Au niveau du sol, ces tiges hypogées se transforment complètement, deviennent périgées et ne se distinguent plus de la tige principale.

L'angle de divergence des organes foliaires est de 2/5 ; à cause de la torsion de la tige, ordinairement c'est la huitième feuille qui est superposée à la première.

Anatomie. — Chaque organe foliaire reçoit de la tige trois faisceaux libéro-ligneux qui peuvent se ramifier déjà dans leur passage à travers l'écorce et émettre 2 à 4 branches plus minces, composées de fibres seules. Le faisceau central traverse ordinairement deux entre-nœuds de la tige et les faisceaux latéraux un seul ; après quoi ils se soudent aux faisceaux voisins pour former un réseau irrégulier (Pl. 16, fig. 3).

Lorsque la zone génératrice entre en pleine activité, elle complète les anastomoses qui manquaient et corrige ainsi le réseau (Pl. 16, fig. 4).

Dans la tige *hypogée*, l'écorce primaire contient deux larges fentes (Pl. 16, fig. 5) qui soulèvent l'épiderme avec la couche sous-jacente et forment la continuation des fentes du pétiole. Les tissus soulevés meurent avec le temps et laissent à nu une bonne surface de parenchyme cortical qui, par conséquent, se colore en brun (Pl. 16, fig. 6 et 7). A l'intérieur, l'écorce primaire finit par une couche d'endoderme. Dans la partie transitoire de la tige, la couche endodermique devient de moins en moins complète et disparaît entièrement à la base de la partie périgée (1).

L'anneau libéro-ligneux contient habituellement sept faisceaux distincts, entourés par l'endoderme ondulé. De ce nombre, le faisceau médian de la feuille la plus proche se différencie le premier ; ensuite vient le tour de ses deux faisceaux latéraux et du médian de la deuxième feuille, et à la fin celui des latéraux de la deuxième et du médian de la troisième. La zone génératrice se complète de bonne heure et, à la suite de son activité, les parties ligneuses des faisceaux se rapprochent et se soudent même (Pl. 16, fig. 7). En même temps, il se produit une lignification dans quelques éléments libériens extérieurs. Le liber contient de minces tubes criblés, dispersés dans du parenchyme ; le bois est composé de vaisseaux et de parenchyme.

Dans la tige *périgée*, l'écorce primaire contient les mêmes fentes, mais l'endoderme y manque absolument. La moelle est bien volumineuse et les rayons médullaires très larges. Dans ces rayons, il se développe un bon nombre de nouveaux faisceaux libéroligneux (Pl. 16, fig. 8) qui ne tardent pas à se souder avec les faisceaux primaires, excepté avec ceux qui se rendent à la feuille la plus proche (Pl. 16, fig. 9). L'activité de la zone génératrice étant autrement intense que dans les tiges hypogées, le bois et le liber deviennent assez épais, mais conservent la même structure. La limite entre le liber et l'écorce primaire est peu distincte au début, parce qu'elle n'est pas marquée par l'endoderme ; elle s'accentue avec le temps par la lignification de plus nombreux éléments libériens extérieurs, disposés en lames arquées, ou en fer à cheval (Pl. 16, fig. 9).

---

(1) Comp. Marié : *l. c.* p. 57, pl. III ; Miczynski, *l. c.* p. 111.

A. JAPONICA Sieb. et Zucc. (1).

Morphologie. — Cette espèce ne donne pas de graines dans notre climat et se reproduit uniquement par des bourgeons adventifs engendrés dans les racines. Lorsque ceux-ci prennent naissance non loin du niveau du sol, ils se développent en fortes tiges périgées, garnies de grandes feuilles et terminées par de hautes et riches inflorescences.

Anatomie. — Dans la zone libéro-ligneuse d'une tige toute jeune on reconnaît 6 à 7 faisceaux primaires. La tige plus âgée est bien autrement dure que dans les espèces précédentes. Son écorce primaire, dont le parenchyme contient des méats intercellulaires, se sépare du liber par du liège et tombe en désorganisation. L'écorce secondaire ne contient pas de rayons médullaires, et les petits faisceaux criblés sont disséminés, comme dans la racine, dans tout le parenchyme, et s'entourent, chacun, par ordre d'ancienneté, d'une gaîne scléreuse (Pl. 16, fig. 10).

Le bois primaire est composé de vaisseaux et de parenchyme qui se lignifie avec le temps. Dans le bois secondaire, les lames vasculaires sont plus nombreuses que les faisceaux primaires, et contiennent de larges vaisseaux disposés en une ou deux séries ; les larges rayons médullaires se lignifient auprès des lames vasculaires et sur des points irrégulièrement disposés (Pl. 16, fig. 10).

Les éléments lignifiés du bois et de l'écorce sont allongés (quelquefois dix fois plus longs que larges) et pointus ; cependant, comme dans la racine, ce sont des cellules vivantes, contenant du protoplasme et une grande quantité de fécule, pendant le repos de la végétation.

Les couches extérieures de la moelle sont aussi sujettes à la lignification et relient le bois primaire en un anneau presque continu.

---

(1) Comp. Marié : *l. c.* p. 61 et Miczynski : p. 117.

A. VIRGINIANA L.

Morphologie. — Chargée de feuilles assez grandes et de riches inflorescences, la tige périgée de cette espèce est nécessairement assez forte et dure. Ses racines ne produisent de bourgeons adventifs que dans des cas exceptionnels.

Anatomie (1). — Le volume de la tige et sa structure assignent à cette espèce une place intermédiaire entre les deux précédentes. En effet, il y a ici lignification partielle des tissus de l'écorce, du bois et même de la moelle, lignification qui est plus tardive et moins étendue que dans l'*A. japonica* (Pl. 17, fig. 11).

Les premiers tissus lignifiés apparaissent en dehors des groupes criblés primaires en formant des bandes, arcs, ou fer-à-cheval. Plus tard, on les voit auprès des groupes criblés secondaires qu'ils enveloppent quelquefois d'une gaîne complète. Le bois primaire est généralement dépourvu du parenchyme lignifié qui apparaît dans le bois secondaire sans aucune régularité, s'avance quelquefois à peu près jusqu'à la zone génératrice et forme des îlots très durs. La moelle est tantôt complètement tendre, tantôt lignifiée dans sa partie périphérique.

A. PARVIFLORA Mchx.

Morphologie. — Dans cette petite plante, la tige est longue, grêle, ramifiée, stoloniforme, il paraît qu'elle rampe dans les touffes de mousse. Les entrenœuds mesurent environ 10 millim. en longueur et 1 millim. en diamètre; à chaque nœud il y a une écaille. Le sommet de chaque branche se transforme avec le temps en tige périgée, munie de quelques feuilles normales et terminée souvent par une fleur.

Anatomie. — La tige stoloniforme possède une écorce primaire avec des méats intercellulaires et une large fente qui soulève l'épiderme et les deux ou trois couches sous-jacentes. A l'intérieur, l'écorce primaire est limitée par une assise endodermique. La zone génératrice apparaît de bonne heure et contribue à la soudure des faisceaux en anneaux du liber et de bois (Pl. 17, fig. 12). Sa production ultérieure est inégale, la plus forte d'un côté de la tige, la plus faible de l'autre. C'est ainsi que la moelle devient excentrique dans toute tige plus âgée (Pl. 17, fig. 13).

---

(1) Comp. Marié : *l. c.* p. 61 et Micrynski : *l. c.* p. 117.

La production du liber contenant de rares tubes criblés est toujours plus riche que celle du bois composé de vaisseaux et de parenchyme. Nulle part il n'y a de fibres ou de parenchyme lignifié.

L'écorce primaire couvre le liber dans toutes les tiges, même les plus âgées ; sa surface est seulement brune, parce qu'elle est dépouillée des couches externes soulevées par la fente et désorganisées pour cette raison.

Sect. III. — ORIBA Adans.

A. coronaria L.

Morphologie. — Bien que le mode de végétation de cette espèce ait été l'objet d'une étude très consciencieuse de la part de Th. Irmisch (1), il ne sera pas superflu de rappeler ici que son tubercule est souvent ramifié, que les jeunes rameaux portent de petites écailles et que le bourgeon terminal développe l'année suivante un cycle de feuilles normales et une fleur, quelquefois même deux ou trois. Après la floraison, le tubercule primaire donne naissance à des tubercules secondaires destinés à fleurir l'année suivante et lui-même se désorganise immédiatement ou un an après.

Anatomie. — Le tubercule est composé de parenchyme et ne contient que bien peu d'éléments criblés et vasculaires. A son origine, l'anneau libéro-ligneux se compose d'une dizaine de faisceaux inégaux et sépare la moelle volumineuse et l'écorce primaire (Pl. 17, fig. 14). Ensuite, la zone génératrice, bien active, produit de larges rayons médullaires et d'étroits faisceaux (Pl. 17, fig. 15). Dans le bois, les vaisseaux sont plus serrés au début que plus tard, parce que les cellules parenchymateuses qui y sont mêlées augmentent leur volume et les éloignent encore davantage. En attendant, l'écorce primaire se désorganise et met à nu une couche de cellules scléreuses formée à la limite de l'écorce secondaire.

A. palmata L.

Morphologie. — Nous avons démontré antérieurement (2) que le rhizome tuberculeux de cette espèce, plus simple et bien moindre que dans l'*A. coronaria,* est aidé, dans sa fonction d'accumuler les matériaux de réserve, par la racine principale et une ou deux racines adventives charnues. Le petit nombre d'échantillons vivants que nous avons pu examiner, ne nous a pas permis de déterminer si chaque partie du rhizome vit plus de deux ans et si elle produit des écailles précédant les feuilles normales qui couronnent son sommet.

---

(1) Th. Irmisch : *Ueber einige Ranunculaceen* (Botanische Zeitung, 1856, p. 1-6).
(2) *L. c.* page 345.

Anatomie. — La structure du rhizome ne présente que peu de différences avec celle du rhizome de l'*A. coronaria.* Le liber et le bois y sont encore plus pauvres en tubes criblés et en vaisseaux, absolument comme dans ses racines charnues. Il n'y a pas de couche scléreuse protégeant à l'extérieur l'écorce secondaire.

A. DECAPETALA L.

(= A. CAROTINIANA Walt)

Morphologie. — Les plantes d'herbier présentent un rhizome ovoïde portant de minces racines adventives à sa base et un cycle de feuilles avec une fleur au sommet. Quelques-unes se trouvent munies d'un stolon assez grêle, long de plusieurs centimètres et garni d'écailles éloignées de un centimètre environ ; il prend naissance à l'aisselle d'une feuille de l'année précédente.

Les plantules issues des graines nous ont appris que leur entrenœud hypocotylé se renfle en tubercule et que les stolons sont produits par des plantes plus robustes, âgées de deux ans. La culture ayant été détruite, nous n'avons pu déterminer la destination des stolons.

Anatomie. — La structure du tubercule n'a rien de particulier. Il est riche en parenchyme, mais moins pauvre en tubes criblés et en vaisseaux que celui de l'*A. coronaria.* Les éléments scléreux manquent complètement.

Sect. IV. — BARNEOUDIA Gay

B. CYANOLEUCA Leib.

Morphologie. — Les échantillons des espèces appartenant à cette section sont assez rares dans les herbiers et ne pouvaient pas être étudiés avec toute l'attention nécessaire. Leur tige forme toujours un bulbe rond ou aplati, ayant jusqu'à un centimètre en diamètre. Des racines bien délicates partent de sa surface et surtout de sa base. Le sommet est garni d'une ou quelques feuilles ou fleurs. A l'aisselle de chaque feuille il y a un bourgeon. Lorsque le bulbe est cordiforme, tantôt c'est la base qui est bifurquée, tantôt le sommet.

Anatomie. — Le bulbe est essentiellement parenchymateux, gorgé d'amidon et bien pauvre en tissus caractéristiques du bois et du liber. Dans le bois, les vaisseaux réticulés sont réunis en groupes disposés en rayons et en zones plus ou moins régulières (Pl. 17, fig. 16). On ne trouve de tubes criblés qu'à proximité de la zone génératrice. Il est évident que l'écorce primaire est très épaisse.

Le parenchyme est compact dans l'écorce primaire; il contient des méats intercellulaires dans le liber, le bois et la moelle. Les éléments scléreux ne se trouvent nulle part. La coloration brune de la surface du bulbe dépend des couches extérieures inertes.

Sect. V. — PULSATILLOIDES D. C.

A. CAPENSIS Lam.

Morphologie. — De cet arbuste, certainement unique dans les Anémones, nous ne connaissons que des échantillons d'herbier, bien incomplets; ce sont des rameaux garnis de feuilles et fleurs et longs de 15 à 20 centim.

Les feuilles sont alternes. Leurs pétioles, élargis à la base, reçoivent de la tige, chacun, 7 à 8 faisceaux libéro-ligneux. Sur les branches de deux ans, les feuilles ont déjà perdu leurs lames et sont réduites aux pétioles. Les entrenœuds mesurent 5 à 15 centim. en longueur et jusqu'à 5 mill. en diamètre, après deux ans.

L'inflorescence étant terminale, chaque rameau est prolongé par un ramuscule partant de l'aisselle de la dernière feuille. Ce nombre est quelquefois doublé. Les premiers organes foliaires d'un ramuscule sont des écailles sans lame ni pétiole.

Anatomie. — Dans une tige âgée de deux ans, l'écorce primaire est inerte, brune, composée d'un tissu serré. En dedans de l'écorce primaire, les tubes criblés sont réunis en groupes qui s'entourent bientôt de gaînes scléreuses, comme dans l'*A. japonica* (Pl. 17, fig. 17). Le bois est complètement dépourvu de parenchyme et ne contient pas de rayons médullaires. Il est très dur et composé de fibres ligneuses, qui y prédominent, et de vaisseaux. La membrane épaisse des fibres est ornée de pores en fente. Les vaisseaux disposés en séries radiales, sont à peu près aussi larges que les fibres dont ils se distinguent par la structure beaucoup plus compliquée de leurs parois. Leurs cloisons terminales sont peu inclinées et percées, chacune, d'un gros trou; leurs parois latérales sont plissées en spirales sur la face intérieure et percées de pores aréolés avec une ouverture en fente (Pl. 17, fig. 18).

Le bois et le liber primaires appartenant à trois faisceaux de la feuille la plus proche ont une structure différente de celle des mêmes tissus secondaires. Ce bois est composé d'un mélange de vaisseaux et de parenchyme et, pour cette raison, facile à distinguer dans l'anneau ligneux (Pl. 17, fig. 17, *x.p.*). Le liber ne s'entoure pas de gaîne scléreuse, mais il est pris dans un arc fibreux, bien plus large et épais que lui-même (fig. 17, *l.p.*).

La moelle est divisée en deux parties : l'une centrale, complètement désorganisée et remplacée par un creux, l'autre périphérique fortement lignifiée et servant plutôt comme tissu de soutien que comme tissu actif. C'est seulement dans le voisinage de l'anneau ligneux que les cellules médullaires contiennent du protoplasma et de l'amidon.

A. OBLUSILOBA Don.

Morphologie. — La tige périgée émet à sa base des racines adventives, est elle-même couverte de gaînes desséchées, et porte au sommet un cycle de feuilles et une inflorescence assez pauvre. Il y a encore quelques inflorescences axillaires dans les plantes plus robustes.

Anatomie. — Dans les vieilles portions de la tige, il y a toujours du bois mort. Le bois vivant est entouré d'un cercle générateur, qui produit à l'extérieur un tissu nettement limité contre les tissus anciens. Ce cercle est composé toujours d'une portion de la zone génératrice ancienne qui possède seule la faculté de produire du liber et du bois, et d'un arc supplémentaire qui n'engendre que du parenchyme, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Lorsque la plus grande partie du bois et de la zone génératrice qui le touche, est conservée à l'état vivant, le cercle générateur se complète par des arcs supplémentaires, formés sous le bois mort et le rejetant vers l'écorce (Pl. 17, fig. 19). Si, au contraire, la plus grande partie du bois et de la zone génératrice est atrophiée, ce qui est plus fréquent, alors chaque portion vivante s'entoure d'un cercle générateur qui lui est propre, et se sépare ainsi du bois mort occupant le centre de la tige. Ce cercle est aussi composé d'un arc de la zone génératrice ancienne et d'un autre supplémentaire beaucoup plus large que le premier (Pl. 17, fig. 20). Le liber contient des groupes criblés disséminés dans du parenchyme; le bois est coupé par des rayons médullaires et formé par un mélange de vaisseaux et de parenchyme.

A. TRULLIFOLIA Hook. fil. et Thoms.

(= A. CELESTINA Franchet).

Très proche de la précédente, cette espèce en diffère un peu par la structure de sa tige, parce que le bois y est plus dur, plus riche en vaisseaux, et le parenchyme qui l'entoure relativement plus épais, parsemé de groupes criblés faciles à reconnaître, même à un faible grossissement (Pl. 18, fig. 21). Comme dans l'*A. obtusiloba*, le bois est ensuite partiellement atrophié, et les parties restées vivantes s'entourent de cercles générateurs propres, composés de portions de la zone génératrice ancienne et d'arcs supplémentaires (Pl. 18, fig. 21 et 22).

(A suivre).

RECHERCHES

SUR

LES RÉSERVES HYDROCARBONÉES DES BULBES ET DES TUBERCULES

par M. LECLERC DU SABLON *(Suite)*

SOLANUM TUBEROSUM

Les tubercules de pomme de terre sont un type très net de réserve amylacée; la proportion d'amidon, d'après M. de Vries, peut varier de 10 à 24 % du poids de la matière fraîche.

La dextrine est en proportion faible et d'ailleurs variable. Certains auteurs ont signalé la présence de sucre dans les tubercules mûrs, d'autres ont nié l'existence de cette matière. Cette divergence d'opinion tient à la différence des variétés étudiées, les unes étant dépourvues de sucre, d'autres, généralement les meilleures, en renfermant une certaine quantité, très faible d'ailleurs.

M. de Vries (1) a publié un travail très étendu sur la germination des tubercules de pomme de terre. Il s'est attaché à préciser la répartition et la migration des substances de réserve à l'intérieur du tubercule et des jeunes tiges; il a en particulier indiqué, en se servant de procédés micro-chimiques, les régions où le sucre se trouvait en plus grande abondance.

Le mémoire de M. Hungerbühler (2) se rapporte aux tubercules non mûrs; on y trouve des dosages d'amidon et de sucre effectués à diverses phases de la maturation. Le 23 juin, dans des tubercules gros comme une noix, l'auteur trouve 56,7 % d'amidon (la proportion étant rapportée à 100 parties de matière sèche), 6,4 % de sucres réducteurs et 4,69 °/₀ de sucres non réducteurs ou de dextrines. A ce moment, les tubercules pouvaient presque être considérés comme mûrs.

---

(1) de Vries : Lanvirthschaftliche jahrbücher, t. 7, p. 216; 1878.

(2) Humgerbühler : Versuchs-Stationen, t. 32, p. 381; 1886.

M. Prunet (1) s'est surtout attaché à mettre en évidence les différences physiologiques qui existent entre la partie antérieure et la partie postérieure des tubercules; dans les tubercules non germés aussi bien que dans les tubercules germés, il a constaté que les hydrates de carbone étaient plus abondants dans la moitié antérieure. D'autre part, M. Prunet a fait voir que la digestion de l'amidon était due à des diastases plus abondantes dans la partie antérieure.

J'ai étudié des tubercules en voie de formation et pendant la germination ; j'ai dosé l'amidon, les dextrines et les sucres dans l'ensemble du tubercule. Les tableaux 21 et 22 renferment les résultats de ces dosages.

TABLEAU 21

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
19 mars.	0,945	traces	0,016	0,075	0,476
13 avril.	1,622	0,007	0,029	0,076	0,823
3 mai	1,977	0,007	traces	0,010	1,111
18 décembre	1,810	traces	traces	0,050	1,176
26 janvier	2,041	traces	traces	0,037	1,250
13 février.	1,199	0,015	0,008	0,043	0,681
19 mars	1,199	0,063	0,031	0,060	0,513
13 avril.	0,703	0,046	0,007	0,015	0,156

TABLEAU 22

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
19 mars.	0	1	7	50
13 avril.	0,4	1	4	50
3 mai	0,3	0	0,5	56
18 décembre	0	0	2	65
26 janvier.	0	0	1	61
13 février.	1	0,6	3	56
19 mars.	5	2	5	42
13 avril.	6	1	2	22

---

(1) Prunet : *Revue générale de Botanique*, t. 5, p. 49; 1893.

Les tubercules récoltés le 19 Mars étaient un peu plus petits que des noisettes; le 13 Avril, ils étaient un peu plus gros; le 3 Mai, ils avaient presque leurs dimensions définitives; le 18 Décembre, j'ai opéré sur des tubercules à l'état de vie ralentie et extraits de terre depuis longtemps; enfin, le 26 Janvier, le 13 Février, le 19 Mars et le 13 Avril, je me suis servi de tubercules semés dans une serre et dont la germination était de plus en plus avancée. On voit que pendant la période de formation, la composition est peu variable; dès le commencement, la proportion d'amidon est considérable; les autres hydrates de carbone sont un peu plus abondants qu'au moment de la maturité.

Pendant la période de germination, les changements sont d'abord peu importants; ainsi, le 13 Février, les nouvelles tiges ont déjà 30 centimètres de hauteur alors que la proportion de sucre est encore très faible; le 13 Mars, les tiges aériennes sont hautes de 40 centimètres et les jeunes tubercules commencent à se former. C'est alors que la digestion des réserves devient rapide; l'amidon disparaît peu à peu des vieux tubercules, mais la quantité de sucre est toujours faible. Le 13 Avril, lorsque j'ai trouvé 6 °/₀ de glucose, les vieux tubercules étaient déjà mous et commençaient à noircir; il est probable que le glucose trouvé provenait de fermentations secondaires et non de la digestion proprement dite.

Il résulte de cet examen que les produits de la digestion de l'amidon, dextrines et sucres, séjournent peu dans les tubercules et sont aussitôt après leur formation absorbés et assimilés par les tiges et les racines en voie de formation. La pomme de terre n'est donc pas un exemple favorable pour montrer les divers états de la transformation de l'amidon en substance assimilable. Cela tient à ce que les diastases ne digèrent l'amidon qu'au fur et à mesure des besoins de la plante. La composition des tubercules est à peine modifiée lorsqu'on les a écrasés et laissé macérer dans l'eau pendant 24 heures. On a vu, au contraire, que dans ces conditions la digestion des réserves amylacées d'autres plantes est considérablement accélérée.

RANUNCULUS BULBOSUS

La base de la tige de la Renoncule bulbeuse est formée par un tubercule arrondi portant des racines à sa partie inférieure. Aux mois de Juin et Juillet, lorsque les parties aériennes sont flétries, ce tubercule reste la seule partie vivante de la plante. Dès le mois d'Août, un bourgeon se développe à la partie supérieure et produit une rosette de feuilles vertes. La tige très courte sur laquelle sont attachées les feuilles se renfle peu à peu de façon à produire un nouveau bulbe superposé au premier et donne des racines à sa partie inférieure:

Pendant ce temps, les réserves de l'ancien bulbe sont consommées et dès le mois de Janvier on n'en trouve plus trace dans la plupart des pieds. Jusqu'au mois de Mars, l'aspect de la plante reste à peu près le même, le nouveau bulbe grossit et les feuilles deviennent de plus en plus nombreuses. Au mois d'Avril la tige aérienne pousse rapidement, les feuilles de la base se flétrissent, les fleurs s'épanouissent ; enfin, en Juin ou Juillet, lorsque les fruits sont mûrs, toutes les parties aériennes se dessèchent et il ne reste plus que le bulbe souterrain. Les réserves accumulées dans le tubercule de la Renoncule sont surtout formées par de l'amidon ; au mois de Juin la proportion de cette substance varie entre 50 et 60 °/₀. On y trouve aussi une certaine quantité de dextrine, 6 à 8 °/₀ environ, et très peu de sucre.

J'ai suivi les variations des hydrates de carbone, depuis le mois de Novembre, époque à laquelle le jeune tubercule est assez gros pour être analysé facilement jusqu'au mois de Décembre de l'année suivante, alors que le tubercule vieux est presque complètement digéré. Les tableaux 23 et 24 renferment le résultat des dosages effectués.

TABLEAU 23

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	—	—	—	—	—
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
24 novembre	0,787	0,016	0,029	0,095	0,303
13 décembre	1,484	0,015	0,095	0,138	0,500

15 janvier.	1,675	0,040	0,071	0,128	0,500
12 mars.	1,564	0,085	0,053	0,085	0,500
9 avril.	2,032	0,041	0,005	0,059	0,880
17 mai	3,592	0,068	0,042	0,231	1,800
18 juin	1,627	0,032	0,070	0,138	0,833
1 août	1,785	0,088	0,268	0,163	0,434
10 septembre	1,782	0,075	0,104	0,228	0,346
20 octobre.	1,566	0,057	0,079	0,205	0,266
24 novembre	1,768	0,066	0,058	0,212	0,416
13 décembre	0,876	0,053	0,042	0,085	0,180

TABLEAU 24

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
24 novembre	2	4	12	38
12 décembre	1	6	9	33
15 janvier.	2	4	7	30
12 mars	5	3	5	32
9 avril.	2	0.2	3	43
17 mai	2	1	6	50
18 juin	2	4	8	51
1 août.	5	15	9	24
10 septembre	4	6	12	19
20 octobre.	3	5	13	17
24 novembre	3	3	12	23
13 décembre	6	4	9	20

Du mois de Septembre au Mois de mars, on ne voit sur le sol qu'une rosette de feuilles; en Avril, les tiges se développent et fleurissent; à la fin de Juin, les parties aériennes sont desséchées, il ne reste plus que le tubercule souterrain. Vers le 1^er^ Août, le bourgeon développé à la partie supérieure du bulbe commence à produire des feuilles vertes. Les sucres sont peu abondants pendant la période de formation du tubercule; les variations, d'ailleurs peu considérables, que j'ai observées, paraissent dues à des différences individuelles. Au moment où les fleurs vont s'épanouir, les sucres passent par un minimum, augmentent un peu pendant la vie ralentie et atteignent brusquement une proportion de 20 °/₀ et même plus lorsque le bourgeon se développe; on conçoit en effet qu'à ce moment les matières amylacées sont digérées et donnent du sucre destiné à être assimilé par les jeunes feuilles. Plus tard, la proportion du sucre baisse, peut-être parce que la rosette des feuilles plus développée a besoin de plus de nourriture et ne laisse pas le sucre s'accumuler.

La dextrine n'est jamais très abondante, mais les variations en sont très régulières. Il y a un premier maximum dans les très jeunes tubercules en voie de formation, puis un minimum en Avril lorsque les réserves sont sur le point d'être constituées et enfin, un second maximum en automne pendant la digestion des réserves.

L'amidon, déjà en proportion considérable dans les jeunes tubercules, passe par un maximum au moment de la floraison et de la vie ralentie, puis diminue pendant la période de digestion.

En somme les choses se passent comme dans la plupart des organes de réserve renfermant de l'amidon. Aussi bien pendant la formation que pendant la digestion de l'amidon, la dextrine et les sucres sont des produits transitoires. On les trouve en plus grande abondance que dans la pomme de terre, mais en bien moindre quantité que dans la Ficaire, le Lis ou la Tulipe.

Le tableau 25 représente les variations de la proportion d'eau dans le tubercule pendant la même période où j'ai étudié la variation des hydrates de carbone.

TABLEAU 25

	Poids de la matière fraiche — Grammes	Poids de la matière sèche — Grammes	Eau — Grammes	Eau °/₀ de matière sèche — Grammes
24 novembre	2,986	0,805	2,181	270
13 décembre	12,297	3,221	9,076	281
15 janvier.	13,269	3,002	10,267	342
12 mars.	7,550	1,582	5,968	377
9 avril.	7,199	1,991	5,208	261
17 mai	10,707	4,901	5,806	118
18 juin	7,457	3,304	4,153	125
1 août.	11,385	4,167	7,218	173
10 septembre	13,087	3,705	9.382	253
20 octobre	13,947	3,672	10,275	279
24 novembre	13,911	3,738	10,173	272
13 décembre	4.166	0,906	3,260	359

La proportion d'eau n'est jamais très considérable dans les tubercules de Renoncule. On observe un maximum pendant la période de formation, vers le mois de mars, puis un minimum pendant la floraison ; l'eau augmente ensuite jusqu'à la fin de la vie du tubercule.

Il est à remarquer que le minimum de l'eau, coïncidant d'ailleurs comme on pouvait s'y attendre avec le maximum de l'amidon, a lieu pendant la floraison et non un peu plus tard, lorsque toutes les parties aériennes sont flétries. Ces deux faits montrent que le moment où la végétation est arrêtée n'est pas celui où la composition des réserves semble indiquer la vie la plus ralentie à l'intérieur du tubercule.

ARUM ITALICUM

Morphologie externe. — L'Arum est une plante vivace très commune dans presque toutes les régions de la France, surtout dans les lieux humides et ombreux. Les feuilles, très grandes et en forme de fer de flèche apparaissent en automne et se développent pendant tout l'hiver ; au printemps la tige sort de terre et se termine par un épi de fleurs entouré d'une très grande bractée. Au commencement de l'été les feuilles sont complètement flétries et les fruits ne tardent pas à mûrir.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, il est essentiel de bien connaître l'évolution des parties souterraines. Sur un pied arraché vers la fin de Mai on voit un rhizome gros et court formé de trois articles disposés horizontalement. Sur l'article du milieu, qui est le plus renflé, s'insèrent la tige florifère, les feuilles maintenant flétries et les racines qui ont nourri la plante pendant la saison précédente. L'article que j'appellerai postérieur a une surface nue, mais porte encore les traces de l'insertion de la tige, des feuilles et des racines de l'an passé, enfin l'article antérieur opposé au précédent est formé par un gros bourgeon recouvert d'écailles. Pendant l'été le rhizome ainsi constitué reste à l'état de vie ralentie, les racines et les feuilles étant flétries. Mais dès le commencement de Septembre, des racines se forment tout autour de l'article antérieur du rhizome en même temps que le bourgeon terminal commence à se développer ; bientôt les feuilles vertes apparaissent à la surface du sol. Le rhizome est alors toujours formé de trois articles : l'article antérieur porte seul les feuilles et les racines, l'article du milieu a perdu ses racines et l'article postérieur se ride et diminue de volume ; les substances de réserve qui se trouvent dans cette dernière partie du rhizome paraissent en voie de digestion.

Pendant toute la période de végétation active, de Septembre en Avril, le rhizome conserve à peu près le même aspect, mais l'article antérieur qui porte les feuilles et les racines va sans cesse en s'épaississant tandis que l'article postérieur se réduit de plus en plus et finit par disparaître complètement vers le mois de Mai. A cette même époque, un bourgeon se forme à l'aisselle d'une feuille de l'article antérieur, c'est le commencement d'un nouvel article destiné à remplacer celui qui disparaît.

Le rhizone de l'Arum se ramifie donc en sympode comme celui de l'Iris ou du Sceau de Salomon ; mais il se résorbe d'un côté à mesure qu'il s'allonge de l'autre. Un article déterminé ne vit ainsi que trois ans; pendant la première année il se forme, pendant la seconde il ne se modifie pas sensiblement, pendant la troisième il est consommé.

Il sera plus facile maintenant de suivre les changements qui s'opèrent dans la composition du rhizome. J'étudierai d'abord un article déterminé pendant les trois années de son existence; puis je comparerai entre eux, aux diverses époques de l'année, les trois articles qui forment le rhizome à un moment donné.

Étude des réserves. — Les réserves du rhizome d'Arum sont essentiellement formées par de l'amidon. J'ai dosé séparément dans les trois articles du rhizome et aux diverses époques de l'année le glucose, le saccharose, la dextrine et l'amidon. Les tableaux 26 et 27 renferment le résultat de cette étude ; un article est ainsi suivi pendant les trois années de son existence à partir du mois de Juin de la première année, époque à laquelle il commence à apparaître à l'état de gros bourgeon. Le premier tiers du tableau se rapporte donc à une portion du rhizome âgée de moins d'un an et formant l'article antérieur; le second tiers peut être considéré comme se rapportant à la même portion du rhizome pendant la seconde année de son existence alors qu'elle constitue l'article moyen ; enfin le troisième tiers s'applique toujours au même segment pendant la troisième année de son existence alors qu'il constitue la partie postérieure du rhizome.

TABLEAU 26

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
1 juin	1,816	0,004	0,021	0,055	1,000
2 juillet	1,790	traces	0,008	0,107	1,040
10 août	1,868	traces	traces	0,050	1,200
20 septembre	1,950	0,005	0,058	0,088	0,712
10 octobre	1,682	0,007	0,073	0,061	0,606
19 novembre	1,664	0,009	0,056	0,066	0,869
20 décembre	2,504	0,010	0,090	0,280	1,587
4 février	1,862	0,009	0,005	0,078	1,125
16 mars	1,587	0,006	0,014	0,045	1,011
27 avril	1,936	0,026	0,018	0,078	1,176
1 juin	1,818	traces	0,017	0,061	1,224
2 juillet	1,992	traces	0,015	0,072	1,123
10 août	1,902	traces	traces	0,118	0,967
20 septembre	3,488	0,187	0,151	0,361	1,002
10 octobre	3,294	0,138	0,235	0,329	0,953
19 novembre	1,720	0,018	0,017	0,170	0,714
20 décembre	3,971	0,022	0,053	0,715	2,222
4 février	1,740	0,024	0,036	0,133	0,800
16 mars	1,705	0,030	0,024	0,114	0,750
27 avril	1,953	0,097	0,076	0,250	0,952
2 juillet	1,288	0,063	0,087	0,222	0,222
20 septembre	1,575	0,050	0,235	0,184	0,100
10 octobre	1,562	0,181	0,131	0,154	0,077
19 novembre	1,691	0,258	0,142	0,160	0,175
20 décembre	2,179	0,270	0,130	0,461	0,230
4 février	0,360	0,015	traces	0,010	0,029

TABLEAU 27

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
1 juin	0,2	1	3	55
2 juillet	0	0,4	5	58
10 août	0	0	2	64
20 septembre	0,2	3	4	36
10 octobre	0,4	4	3	35
19 novembre	0,5	3	4	52
10 décembre	0,4	3	11	63
4 février	0,4	0,2	4	60
16 mars	0.4	0,9	3	63
27 avril	1	0.9	4	60
1 juin	0	0.9	3	67
2 juillet	0	0,7	3	56
10 août	0	0	6	50

20 septembre	5	4	10	29
10 octobre	4	7	10	29
19 novembre	1	1	10	41
20 décembre	0	1	18	55
4 février	1	2	7	46
16 mars	1	1	6	44
27 avril	5	4	12	48
2 juillet	5	6	17	17
20 septembre	3	14	11	6
10 octobre	11	8	10	5
19 novembre	15	8	9	10
20 décembre	12	6	21	10
4 février	4	0	3	8

L'examen des tableaux 26 et 27 montre que la quantité du sucre est faible d'une façon générale. Pendant la première année il n'y a que des traces de glucose et la proportion de saccharose n'excède pas 4 °/₀. Il y a un maximum au mois d'Octobre, c'est-à-dire au moment où la végétation est la plus active. Pendant la seconde année, la proportion de sucre est un peu plus forte, toujours avec un maximum au mois d'Octobre. Enfin, pendant la troisième année, la quantité de sucre est notablement plus considérable et présente un maximum au mois de Novembre. Nous pouvions nous attendre à ce dernier résultat; la partie la plus âgée du rhizome étant en voie de résorption, il est tout naturel que la digestion soit plus active dans cette région. Le sucre qui est ainsi formé dans l'article postérieur, traverse ensuite les autres parties du rhizome pour être consommé dans les feuilles ou les racines. La proportion de dextrine est un peu plus forte que celle de sucre et varie à peu près de la même manière.

L'amidon est en quantité considérable; d'une façon générale il y en a plus pendant la première année que pendant la seconde et beaucoup plus pendant la seconde que pendant la troisième. D'ailleurs l'aspect seul d'une coupe longitudinale faite dans un rhizome pourrait servir à indiquer la répartition de l'amidon : les deux premiers articles sont d'un blanc laiteux, tandis que le troisième et quelquefois la partie postérieure du second sont d'une couleur plus sombre et bleuissent moins fortement par l'iode. Pendant la troisième année, j'ai trouvé souvent, d'un mois à l'autre, quelquefois même dans le même mois, des différences relativement grandes dans la proportion d'amidon. Cela tient à des différences individuelles ou bien à ce que la limite entre le deuxième et le troisième article n'est pas bien nette et qu'on trouve plus ou moins d'amidon dans la partie postérieure, suivant le point où la séparation a été faite.

L'examen de la courbe 2 (fig. 80) qui représente les variations de l'amidon nous montre encore plus nettement un fait caractéristique : c'est l'existence de deux minima vers le mois de Septembre ou d'Octobre de la première et de la seconde année ; un troisième minimum moins net existe à la même époque de la troisième année. Ces minima correspondent à la période où la végétation est la plus active et où par conséquent les réserves sont consommées en abondance. Mais il est remarquable que cette diminution dans la proportion des substances de réserve se manifeste à la fois dans les trois articles du rhizome. Peut-être les parties en voie de développement empruntent-elles les aliments qui leur sont nécessaires à la fois aux trois articles, bien que le troisième seul soit en voie de résorption ; peut-être aussi se forme-t-il en Octobre, aux dépens de l'amidon, des composés qui ne sont pas dosés à l'état de glucose. Une analyse plus complète du rhizome pourrait seule renseigner sur ce dernier point. Quoi qu'il en soit, dès le mois de Décembre la proportion d'amidon augmente de nouveau ; comme dans les cas analogues, la destruction de l'amidon coïncide avec une production

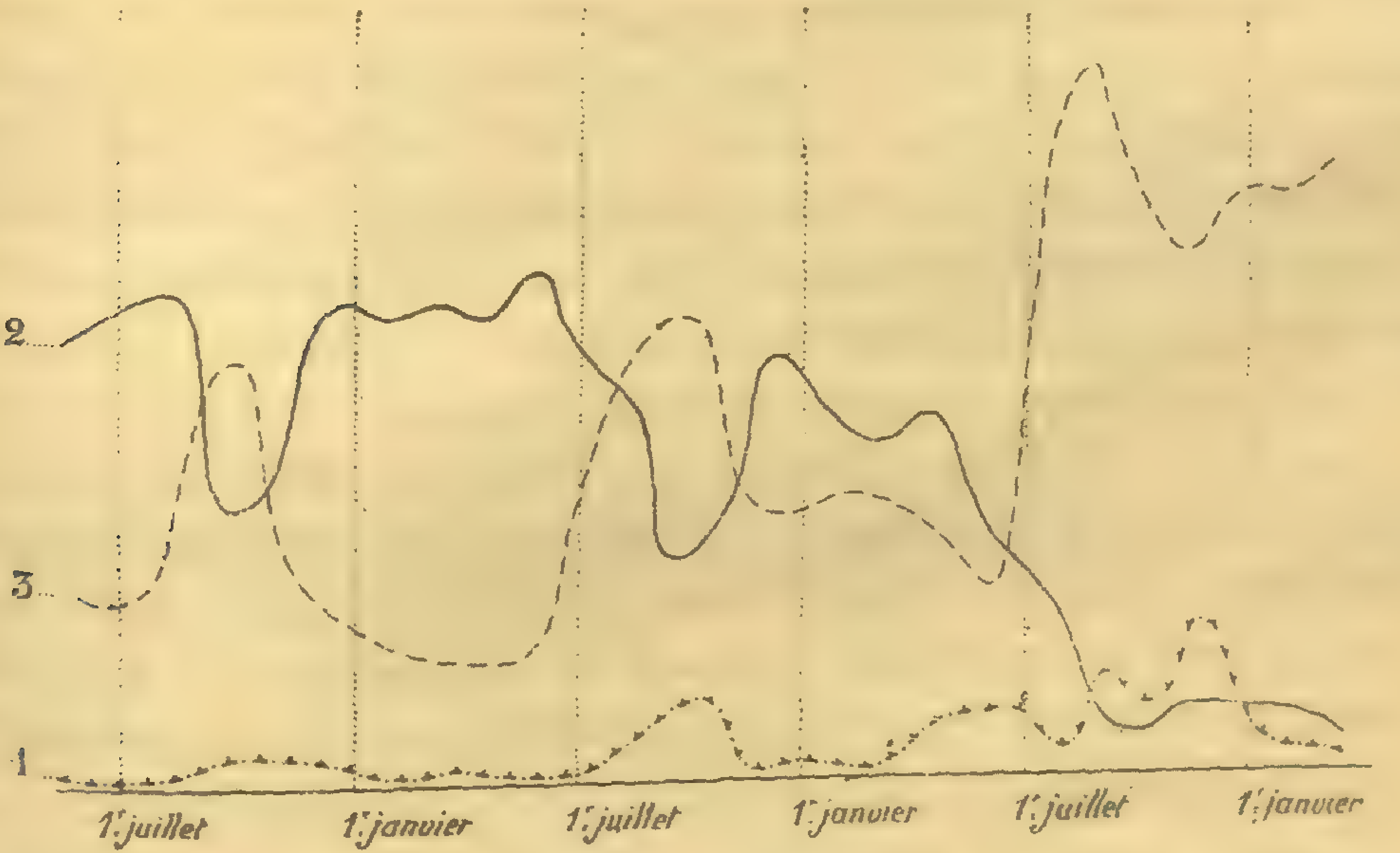


Fig. 80. — 1, sucres ; 2, amidon ; 3, eau. La courbe 3 est à une échelle 10 fois plus faible que 1 et 2.

plus ou moins forte de dextrine et de sucres. La dextrine et le saccharose sont des produits intermédiaires entre l'amidon et le glucose directement assimilable. Il est à remarquer que ces divers produits de la digestion de l'amidon sont toujours en faible quantité ; le glucose est consommé au fur et à mesure de sa production.

On peut d'ailleurs augmenter la proportion des produits de décomposition de l'amidon en opérant comme je l'ai indiqué pour d'autres exemples. Avant de dessécher les matériaux d'étude, je les râpe de façon à obtenir une pulpe aussi fine que possible et je laisse macérer dans un peu d'eau pendant 24 heures ; les diastases agissent alors sur l'amidon plus rapidement que pendant la vie de la plante et les produits de la digestion n'étant pas consommés s'accumulent.

Je citerai en particulier l'expérience faite avec des pieds d'Arum récoltés le 4 Février. A ce moment la plante est en pleine végétation, les deux premiers articles du rhizome sont très développés, le troisième est presque complètement digéré.

Le tableau 28 contient les résultats que j'ai obtenus. La première partie du tableau indique la composition des trois articles après 24 heures de macération dans l'eau ; la seconde partie contient la comparaison d'une part de la proportion des matières dosées après macération et d'autre part de la proportion des mêmes matières dosées directement dans des tubercules semblables.

TABLEAU 28

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
1er article	1,862	0,039	0,011	0,454	0,692
2me »	1,599	0,280	0,072	0,250	0,185
3me »	0,388	0,027	0,000	0,015	0,025

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/o	non réducteurs °/o	solubles dans l'eau °/o	insolubles °/o
1er article.	2 au lieu de 0	0,6 au lieu de 0	24 au lieu de 4	37 au lieu de 60
2me »	17 » 1	4 » 2	15 » 7	11 » 46
3me »	7 » 4	0 » 0	4 » 3	6 » 8

Dans le premier article, l'amidon a été en grande partie transformé en dextrine. Dans le dosage direct on trouve en effet 60 °/o d'amidon et 4 °/o de dextrine tandis que dans le dosage après l'action des diastases, on trouve 37 °/o d'amidon et 24 °/o de dextrine. La quantité de sucre est plus grande que dans le dosage direct, mais reste encore faible. Dans le second article, l'action des diastases a été plus énergique, il n'y a plus que 11 °/o d'amidon au lieu de 46 °/o et il s'est formé non seulement une quantité notable de dextrine (15 °/o au lieu de 7 °/o), mais encore des sucres et surtout du glucose (17 °/o au lieu de 1 °/o). Dans le troisième article, la digestion étant déjà à peu près complète dans le rhizome intact, on comprend que la macération n'ait pas produit beaucoup de changements.

Il résulte de cette expérience que les diastases servant à digérer l'amidon existent dans toute l'étendue du rhizome mais sont moins abondantes ou moins énergiques dans la partie antérieure. Dans le premier article, en effet, j'ai obtenu seulement le commencement de la digestion, c'est-à-dire la transformation d'une partie de l'amidon en dextrine; dans le second article la digestion était plus avancée puisqu'une plus grande quantité d'amidon a été attaquée et a servi à faire non-seulement de la dextrine, mais une quantité considérable de glucose assimilable. La présence de la diastase dans les trois articles, peut expliquer comment, au mois d'Octobre, l'amidon diminue dans les trois articles du rhizome à la fois; la digestion des réserves s'effectue alors dans toute l'étendue du rhizome pour servir à la formation des feuilles et des racines.

Répartition de l'eau. — Le tableau 29 indique la façon dont varie, pendant toute l'année, la quantité d'eau renfermée dans chacun des articles du rhizome. Un article déterminé est pris au moment de son apparition, vers le premier Juin, puis il est suivi pendant ses trois années d'existence. La courbe (3) de la figure 80, qui n'est que la traduction graphique du tableau 29, représente les variations de la proportion d'eau pendant la même période de trois années.

TABLEAU 29

	Poids de la matière fraiche — Grammes	Poids de la matière sèche — Grammes	Eau — Grammes	Eau °/o de la matière sèche — Grammes
1 juin	6,526	1,832	4,694	256
2 juillet	9,491	2,687	6,804	253
10 août	20,582	5,063	15,519	306

20 septembre	8,047	1,207	6,840	566
19 novembre	16,583	4,431	12,152	274
26 décembre	12,695	3,852	8,843	229
4 février	8,628	3,158	5,470	173
16 mars	16,997	6,497	10,500	161
27 avril	20,845	7,647	13,198	172
1 juin	15,951	5,647	10,304	182
2 juillet	22,442	4,485	17,957	400
10 août	29,477	4,467	25,010	559
20 septembre	36,664	5,049	31,615	626
19 novembre	21,641	4,571	17,070	373
26 décembre	25,011	5,487	19,524	355
4 février	9,854	2,042	7,812	382
16 mars	16,052	3,531	12,521	354
27 avril	12,960	3,127	9,833	314
2 juillet	8,521	1,157	7,364	636
18 août	13,947	1,334	12,613	945
20 septembre	6,807	0,745	6.062	813
19 novembre	22,476	2,856	19,620	686
16 décembre	4,174	0,483	3,691	764
4 février	6,058	0,694	5,364	772

On voit que d'une façon générale la proportion d'eau présente trois minima correspondant, pour chacune des trois années, au commencement de la période de vie ralentie, vers le mois de Juin. C'est pendant la seconde année que ce minimum est le plus faible. On observe même trois maxima correspondant à la reprise de la végétation, vers le mois de Septembre.

L'examen du tableau 29 ou de la courbe 3 (fig. 80) nous montre encore que pendant la première année il y a moins d'eau que pendant la seconde année et surtout que pendant la troisième année; on a remarqué en effet que la partie postérieure du rhizome qui est en voie de résorption a toujours une consistance très molle. Il en résulte que si on compare à un moment donné les trois articles du rhizome au point de vue de la teneur en eau on doit trouver que le premier article contient moins d'eau que le second et le second moins que le troisième. En fait, cette progression se vérifie presque toujours, sauf quelquefois au moment de la reprise de la végétation; l'article antérieur qui porte alors des racines, mais pas encore des feuilles vertes, renferme alors assez souvent plus d'eau que le second article.

Il faut remarquer aussi que les maxima de l'eau correspondent exactement aux minima de l'amidon. C'est là une règle à peu près générale : la digestion des réserves entraîne toujours une augmentation dans la proportion d'eau. La courbe de l'eau d'une part et la courbe des matières de réserves d'autre part ont en général des variations inverses.

IRIS GERMANICA

L'appareil végétatif de l'Iris se compose d'un gros rhizome horizontal qui porte des racines à sa face inférieure et se termine à son extrémité la plus jeune, par un bourgeon recouvert de grandes feuilles vertes qui sortent de terre. Au printemps, les bourgeons qui doivent produire des fleurs se développent rapidement et donnent une tige aérienne qui se flétrit lorsque les fruits sont mûrs. L'été est la saison où la vie est la moins active. En automne, de nouveaux bourgeons se forment à l'extrémité des rhizomes qui ont produit des tiges florifères ; les bourgeons qui n'ont pas produit des tiges aériennes continuent simplement à s'allonger en formant de nouvelles feuilles.

Le rhizome s'allonge ainsi chaque année. Les segments correspondant à chaque période annuelle de végétation sont séparés les uns des autres par des étranglements plus ou moins nets qui permettent de les distinguer. Pour étudier l'influence de l'âge, on pourra donc comparer entre eux les différents segments d'un rhizome. Dans beaucoup de cas on trouve six ou huit segments ; les plus âgés perdent leurs matières de réserve et meurent.

J'étudierai d'abord l'influence de la saison sur la composition d'un segment d'âge déterminé et je me bornerai pour le moment à donner les résultats que j'ai obtenus avec les trois premiers segments. C'est au mois de Janvier seulement que j'ai commencé à étudier les nouveaux bourgeons développés à l'automne.

En étudiant les trois premiers segments d'un rhizome pendant un an, on obtient le même résultat que si l'on avait suivi un segment déterminé pendant trois années. Les tableaux 30 et 31 peuvent donc être considérés comme donnant les changements de composition que subit un segment de rhizome depuis le mois de Janvier de la première année, jusqu'au mois de Novembre de sa troisième année.

TABLEAU 30

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
19 janvier	1,815	0,025	0,102	0,166	0,363
15 mars	1,950	0,047	0,143	0,113	0,383
18 juin	1,927	0,050	0,075	0,063	0,818
20 août	1,870	0,010	0,015	0,053	0,640
9 novembre	1,028	0,007	0.020	0,038	0,200
19 janvier	1,815	0,018	0,053	0,136	0,333
15 mars	1,872	0,056	0,210	0,110	0,375
18 juin	1,961	0,040	0,096	0,079	0,875
20 août	1,699	0,020	0,022	0,048	0,470
9 novembre	1,625	0,009	0,024	0,059	0,250
19 janvier	1,865	0,085	0,076	0,166	0,285
15 mars	1,852	0,092	0,226	0,125	0,380
18 juin	1,910	0,077	0,111	0,102	0,777
20 août	1,476	0,035	0,019	0,063	0,380
9 novembre	1,754	0,038	0,017	0,083	0,250

TABLEAU 31

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/°	non réducteurs °/°	solubles dans l'eau °/°	insolubles °/°
19 janvier	1	5	9	20
15 mars	2	7	5	20
18 juin	2	4	3	42
20 août	0,5	0,8	2	36
9 novembre	0,6	2	3	19
19 janvier	1	2	7	18
15 mars	3	11	5	20
18 juin	2	4	4	44
20 août	1	1	2	27
9 novembre	0,5	1	3	14
19 janvier	4	4	9	15
15 mars	5	12	6	20
18 juin	4	5	5	40
20 août	2	1	3	25
9 novembre	2	1	4	14

La quantité de sucre est peu considérable et passe par un maximum vers le mois de Mars, c'est-à-dire avant la floraison. Le maximum de la première année est plus faible que ceux des années suivantes. De même, les minima de la proportion de sucre qui ont lieu vers le mois d'Octobre vont en augmentant avec l'âge du segment.

L'amidon subit des variations très considérables; au mois de Juin, c'est-à-dire à la fin de la période de la végétation active, il y a un maximum pour tous les segments, puis la proportion baisse rapidement, passe par un minimum de Novembre en Février et remonte ensuite.

L'examen au microscope permet de vérifier qu'en effet les grains d'amidon sont beaucoup plus abondants en été qu'en hiver. La dextrine doit être considérée ici encore comme un produit intermédiaire entre l'amidon et les sucres; c'est vers le mois de Janvier qu'on en trouve le plus; le maximum de la dextrine précède celui du sucre.

Les courbes de la figure 81 représentent les variations des sucres et de l'amidon dans les trois premières années de la vie d'un segment de rhizome d'Iris.

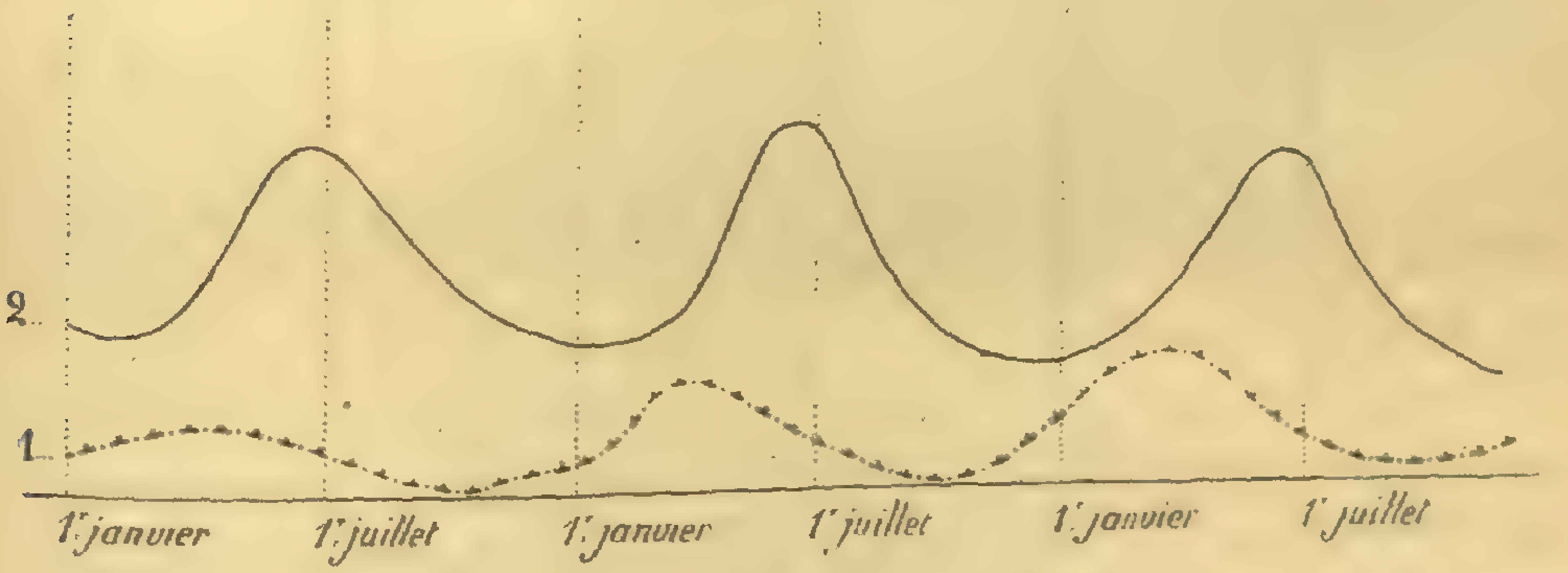


Fig. 81. — 1, sucres; 2, amidon.

En continuant la même étude sur des segments plus âgés, j'ai obtenu des résultats analogues; la même périodicité annuelle se reproduit; l'amidon passe par un maximum tous les ans au mois de Juin et les sucres atteignent leur maximum au mois de Mars. Mais tandis que les maxima de l'amidon sont de plus en plus faibles, les maxima du sucre sont de plus en plus forts.

L'amidon diminue donc d'une façon générale, depuis la partie la plus jeune du rhizome, jusqu'à la partie la plus âgée et les sucres augmentent en même temps que l'amidon diminue.

Le 30 Août, par exemple, un rhizome composé de 5 segments, renfermait dans chaque segment, à partir du plus jeune, 1 °/₀, 2 °/₀, 3 °/₀, 6 °/₀ et 6 °/₀ de sucres et 34 °/₀, 27 °/₀, 25 °/₀, 17 °/₀ et 16 °/₀ d'amidon. On peut trouver quelques exceptions à cette règle, notamment pour le second segment qui renferme quelquefois moins de sucre que le premier.

Les rhizomes d'Iris renferment des matières mucilagineuses en abondance, surtout l'hiver; il semble que pendant cette saison une partie de l'amidon se soit transformée en mucilages. Au mois de Janvier par exemple, la proportion de matières amylacées dans les exemples non traitées par le sous-acétate de plomb est plus forte de 7 °/₀ pour le premier segment, de 11 °/₀ pour le second, de 9 °/₀ pour le troisième, de 8 °/₀ pour le quatrième et de 9 °/₀ pour le cinquième.

Le rhizome du Sceau de Salomon (*Polygonatum multiflorum*) végète à peu près de la même façon que celui de l'Iris ; on sait même que la distinction des segments annuels y est particulièrement nette; l'amidon est peu abondant, la matière de réserve est surtout formée par une sorte de dextrine mucilagineuse donnant du glucose sous l'action des acides et mélangée à une proportion de sucre très variable suivant les saisons.

D'une façon générale on peut dire que les réserves subissent les mêmes transformations dans le rhizome du Sceau de Salomon que que dans celui de l'Iris. Les échantillons que j'ai étudiés aux diverses saisons ayant été cultivés dans des conditions différentes, les résultats obtenus ne sort pas comparables ; je me contenterai donc d'indiquer la composition d'un rhizome formé de quatre articles, le 22 Février, au moment où la période de vie active va commencer.

TABLEAU 32

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes	Grammes
1er article	1,834	0,120	0,165	0,720	0,080
2me »	0,940	0,106	0,022	0,317	0,046
3me »	0,766	0,133	0,037	0,217	0,045
4me »	0,676	0,142	0,023	0,148	0,044

TABLEAU 33

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
1er article	6	9	39	4
2me »	11	2	33	4
3me »	17	5	28	5
4me »	21	3	22	6

TABLEAU 34

	Poids de la matière fraîche — Grammes	Poids de la matière sèche — Grammes	Eau — Grammes	Eau °/₀ de la matière sèche — Grammes
1er article.	11,126	3,356	7,770	231
2me »	3,080	0,947	2,133	225
3me »	3,077	0,807	2,270	281
4me »	3,366	0,687	2,679	389

Les réserves sont surtout formées par des matières amylacées solubles dans l'eau et la proportion de ces matières est la plus forte dans les articles les plus jeunes. Le sucre réducteur au contraire est en quantité plus grande dans les articles les plus âgés. Le sucre non réducteur est surtout abondant dans le premier article qui va bientôt se prolonger en une tige aérienne. En somme, plus le rhizome est âgé, plus la digestion des réserves y est avancée.

La proportion d'eau varie comme l'ensemble de sucres ; le premier article qui est un peu plus hydraté que le second renferme 15 °/₀ de sucres au lieu de 13 °/₀. Ordinairement, le minimum de l'eau se trouve ainsi dans le second article.

FICARIA RANUNCULOIDES

La période de végétation active de la Ficaire s'étend du mois de Septembre au mois de Mai. Pendant tout l'été la plante est réduite à un certain nombre de racines renflées qui se rattachent à un très court rhizome ; au mois de Septembre un ou plusieurs bourgeons se développent et donnent des feuilles dont le limbe vert vient s'étaler à la surface du sol. Dès la fin de Décembre, les boutons de fleurs apparaissent et s'épanouissent successivement jusqu'au mois d'Avril. Vers la fin de Février, de nouvelles racines renflées se forment et se remplissent de matières nutritives tandis que les anciennes sont peu à peu digérées et se flétrissent. Au mois de Mai les feuilles se dessèchent, les nouvelles racines ont complètement remplacé les anciennes, la vie de la plante se ralentit.

J'ai analysé les tubercules, à peu près de mois en mois pendant toute la durée de leur développement, du mois de Février d'une année au mois de Février de l'année suivante. Les tableaux 35 et 36 renferment les résultats de mes analyses.

TABLEAU 35

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
	— Grammes	— Grammes	— Grammes	— Grammes	— Grammes
23 février.	1,034	0,028	0.008	0.031	0,542
9 mars.	1,239	0,007	0,009	0,051	0,781
9 avril.	1,560	0,039	0.025	0,129	0,727
24 mai	3,623	0,076	0,780	0,582	0,730
2 juillet	3,280	0.054	1,271	0,246	0,549
21 août.	1,458	0,020	0,230	0,250	0,438
2 octobre.	1,695	0,036	0,241	0,363	0,400
9 novembre	1,676	0,032	0,244	0,250	0,334
18 janvier.	1,902	0,173	0,174	0,185	0,217
19 février.	1,661	0,222	0.304	0,083	0,123
23 février.	0,228	0,061	0,017	0.011	0,014
23 février.	0,485	0,030	traces	0,008	0,032

TABLEAU 36

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
23 février.	2	0,7	3	52
9 mars.	0,5	0,7	4	63
9 avril.	2	1	8	46
24 mai	2	21	16	20
2 juillet	1	38	7	16
21 août.	1	15	17	30
2 octobre	2	14	21	23
9 novembre	2	14	14	20
18 janvier.	9	9	9	11
19 février.	13	18	5	7
23 février.	26	7	4	6
23 février.	6	0	2	6

Les tubercules jeunes renferment presque exclusivement de l'amidon; la réserve présente alors à peu près la même composition que dans l'Arum ou la pomme de terre; mais dès le mois d'Avril, une partie de l'amidon devient soluble dans l'eau. Au mois de Mai, lorsque la végétation se ralentit, ce changement s'accuse encore plus, l'amidon diminue pendant que la dextrine augmente; mais la transformation de la matière hydrocarbonée ne s'arrête pas là et la dextrine provenant de l'amidon donne du sucre non réducteur; au mois de Juillet, lorsque la vie de la plante est la moins active, le sucre non réducteur a atteint son maximum et constitue beaucoup plus de la moitié de la réserve totale.

A partir du mois d'Août, lorsque la végétation active recommence, une transformation inverse se produit et une partie du sucre revient à l'état de dextrine et d'amidon. Puis, la plante vit aux dépens des réserves accumulées dans les racines ; les matières amylacées aussi bien que les sucres non réducteurs sont transformés en glucose qui est assimilé ; la proportion de ce dernier composé n'augmente d'une façon sensible qu'à partir du mois de Décembre. Dans certaines racines flétries, le glucose s'accumule même quelquefois en quantité considérable comme on le voit à la fin des tableaux précédents.

Les courbes représentées par la figure 82, ne sont que la représentation des résultats portés au tableau 36. La courbe 3 montre la variation de la proportion des matières amylacées (amidon et dextrine); la courbe 2 indique les changements de proportion de sucres non réducteurs et la courbe 1 s'applique aux sucres réducteurs. Les variations en sens inverse des matières amylacées et de sucres non réducteurs montrent que ces deux sortes de substances se remplacent comme matières de réserve suivant les phases du développement.

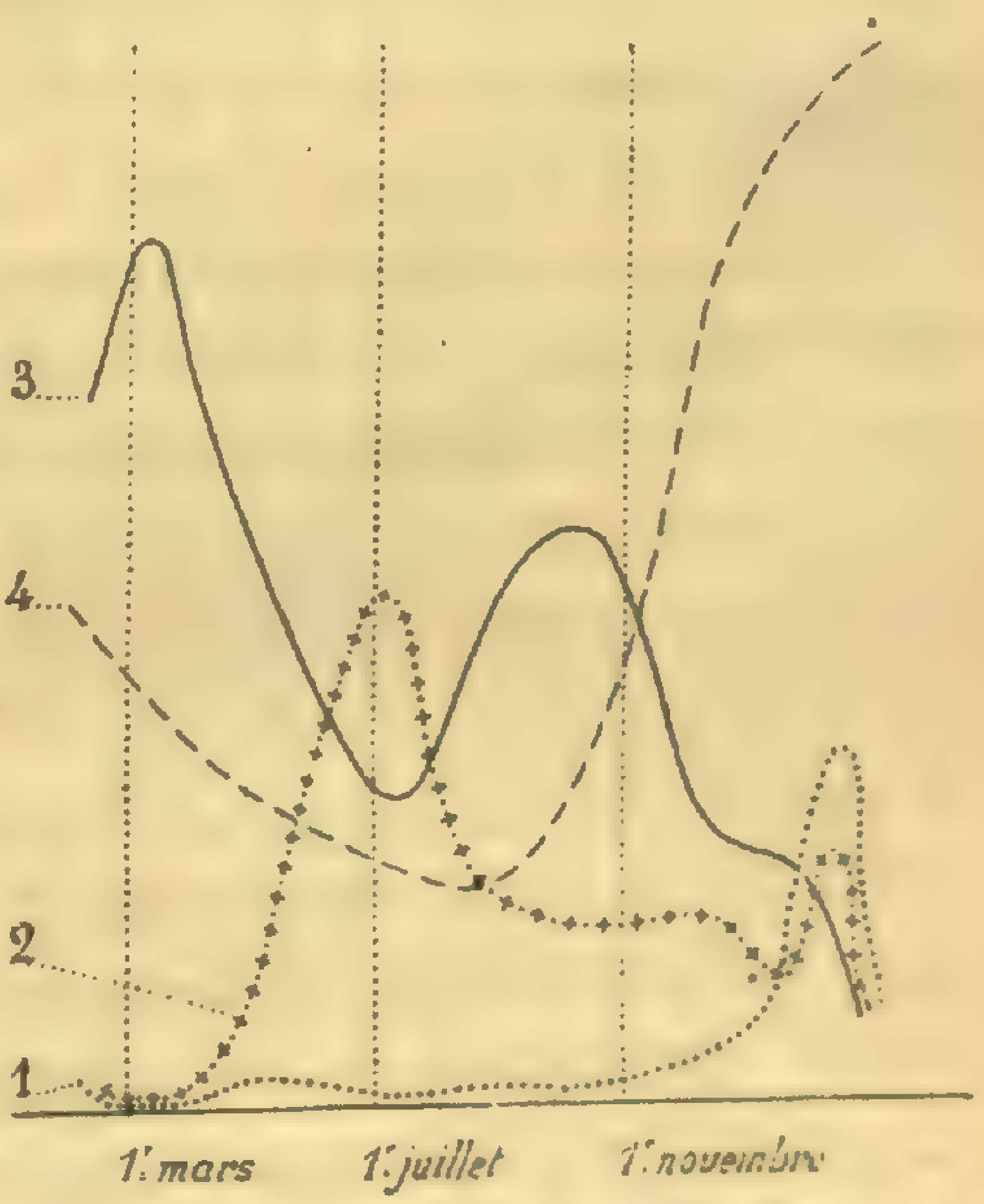


Fig. 82. — 1. sucres réducteurs; 2. sucres non réducteurs; 3, matières amylacées; 4, eau. La courbe 4 est à une échelle 10 fois plus faible que 1, 2 et 3.

Pendant la vie ralentie, la réserve est surtout sucrée; avant et après, elle est surtout amylacée. Dans le cours du développement l'amidon se tranforme donc en dextrine, puis en sucre non réducteur à deux époques : 1° En Mai et Juin, lorsque la vie se ralentit ; alors la transformation s'arrête au sucre non réducteur qui est mis en réserve; 2° A partir du mois d'Octobre, lorsque les réserves sont consommées; mais alors le sucre non réducteur provenant des matières amylacées se décompose à son tour et donne du glucose directement assimilable les choses se passent à ce moment comme dans les autres plantes à réserves amylacées. Entre ces deux phases, vers le mois d'Août, une transformation inverse se produit et une partie du sucre revient à l'état d'amidon.

Les différences entre deux pieds différents considérés à la même époque sont encore plus grandes pour la Ficaire que pour la plupart des autres plantes. Dans la première période, aux mois de Février et de Mars, ces différences sont relativement faibles; les tubercules ne renferment alors presque que de l'amidon. Plus tard, la transformation d'amidon en sucre s'effectue d'une façon inégale; la proportion de sucres non réducteurs peut alors varier suivant les cas de 25 °/₀ à 45 °/₀.

Mais c'est à la fin du développement que les différences individuelles sont les plus considérables et cela tient à ce que c'est le moment des changements les plus rapides; je vais en donner quelques exemples. Au mois de Février, les vieux tubercules de certains pieds renfermaient 13 °/₀ de sucres réducteurs et 18 °/₀ de sucres non réducteurs, d'autres 26 °/₀ de sucres réducteurs et 7 °/₀ de sucres non réducteurs, d'autres enfin 6 °/₀ de sucres réducteurs et des traces seulement de sucres non réducteurs. On peut s'expliquer facilement ces différences en admettant que ce sont là trois phases successives de la digestion des réserves; les sucres non réducteurs d'abord abondants se transforment en sucres réducteurs qui disparaissent à leur tour, assimilés par la plante.

L'étude de cette dernière période du développement montre en outre que tout le sucre que l'on trouve alors dans les tubercules ne provient pas des matières amylacées. Ce résultat pouvait dans une certaine mesure être prévu par l'augmentation considérable de l'ensemble des sucres de Janvier à Février, mais l'expérience suivante le met en évidence d'une façon plus claire. Le 18 Janvier, les tubercules analysés directement renfermaient 18 °/₀ de sucres et 20 °/₀ de matières amylacées. Des tubercules pris sur les mêmes pieds mais écrasés au contact de l'eau pour activer l'action des diastases ont donné 31 °/₀ de sucres et 19 °/₀ de matières amylacées.

On peut conclure de la comparaison de ces nombres que le sucre qui s'est formé pendant l'expérience ne provient pas des matières amylacées, mais bien d'autres substances non azotées qui n'ont pas été dosées dans les conditions où je me suis placé. Ces substances sont probablement de celles qui ont été éliminées par le sous acétate de plomb. En comparant les résultats de l'expérience précédente avec la composition des tubercules un mois plus tard, on voit que l'écrasement des tubercules au contact de l'eau a produit le même effet que l'action normale des sucs digestifs pendant un mois dans la plante vivante.

J'ai recherché d'autre part si le traitement par le sous-acétate de plomb éliminait beaucoup de substances réductrices. Au mois de Décembre, j'ai constaté que le sous-acétate éliminait environ 6 °/₀ de matières amylacées et une quantité très faible de substances solubles dans l'alcool; au mois de Janvier, la proportion des matières amylacées éliminées était d'environ de 8 à 10 °/₀. Il est probable que le sucre qui se produit en abondance par l'action des sucs digestifs à cette époque, comme l'a montré l'expérience précédente, provient en grande partie des matières précipitées par le sous-acétate; c'est là un point qui devrait être étudié par de nouvelles recherches.

Le tableau 37 montre que la quantité d'eau contenue dans les tubercules de Ficaire est très variable, suivant l'état du développement.

TABLEAU 37

	Poids de la matière fraîche	Poids de la matière sèche	Eau	Eau °/₀ de matière sèche
23 février	4,754	1,049	3,705	353
9 mars	3,322	0,810	2,512	309
9 avril	5.762	1,624	4,138	254
24 mai	12,367	3,779	8,588	227
2 juillet	16,222	5,396	10 826	200
21 août	12,497	4,612	7,885	170
2 octobre	11,362	3,104	8,258	266
9 novembre	8,711	1,721	6,990	406
11 décembre	11,031	1.388	9,643	694
18 janvier	19,803	2,295	17,508	762
19 février	22,174	2 464	19,710	800
23 février	8,566	0.750	7,816	1042

Au commencement, la proportion d'eau est assez forte, de 300 à 400 °/₀, puis elle diminue et atteint son minimum vers la fin de la période de vie ralentie, au mois d'Août. A la reprise de la végétation, l'eau augmente rapidement et continue à augmenter jusqu'à la fin de la digestion des réserves. Les choses se passent donc à ce point de vue d'une façon tout à fait normale et comme on pouvait le prévoir, c'est pendant la vie ralentie qu'il y a le moins d'eau et c'est pendant la digestion des réserves qu'il y en a le plus.

HELIANTHUS TUBEROSUS

Les tubercules de Topinambour sont des fragments de tiges souterraines et se développent à peu près de la même façon que ceux de la pomme de terre, un peu plus tardivement peut-être. Les matières de réserves qu'on y troûve sont surtout des hydrates de carbone. La moyenne des analyses citées dans l'ouvrage de König est la suivante pour les tubercules desséchés ; matières azotées : 10,31 °/₀; matières grasses 2,78 °/₀; cellulose 7,18 °/₀; cendres 6,42 °/₀; autres substances non azotées 74,31 °/₀. Ce dernier chiffre est obtenu par différence et l'on range parmi les substances non azotées non-seulement les hydrates de carbone qu'on peut isoler mais encore toutes les substances non déterminées qui ne rentrent pas dans les autres catégories. La nature et les propriétés des réserves hydrocarbonées du Topinambour ont été étudiées avec beaucoup de soin par MM. Dieck et Tollens (1) ; ces auteurs ont reconnu que la majeure partie des réserves était constituée par un hydrate de carbone ayant la même composition que la dextrine et étant comme cette dernière substance soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool ; pour désigner cet hydrate de carbone le nom de lévuline leur a paru préférable à celui de synanthrose employé par d'autres auteurs; la lévuline ne diffère en effet de la dextrine que parce qu'elle dévie à gauche le plan de polarisation et qu'elle donne, sous l'action des acides étendus du lévulose et non du glucose proprement dit. MM. Dieck et Tollens ont d'ailleurs montré que les propriétés du lévulose provenant de la lévuline étaient variables suivant la façon dont il avait été préparé. Ainsi, l'action d'une température de 100° utilisée pour dessécher le sucre a pour résultat d'augmenter le pouvoir rotatoire et de diminuer le pouvoir réducteur. Les dosages que je vais citer ayant été effectués à l'aide de la liqueur de Fœhling, il était donc essentiel, pour avoir des résultats comparables, de traiter toujours de la même façon la matière à analyser; c'est ce que je me suis efforcé de faire.

---

(1) Dieck und Tollens : *Uber kohlenhydrate der Topinamburknolle besonders das Lævulin* (Annale der Chemie, t. 198, p. 228).

Outre la lévuline, les tubercules de Topinambour renferment, en moindre quantité il est vrai, du sucre et de l'inuline.

MM. Dieck et Tollens ont dosé ces diverses substances à des époques différentes mais qu'ils ne précisent pas; dans une première analyse ils ont trouvé 0,69 °/₀ d'inuline, 12,64 °/₀ de lévuline et 3,46 °/₀ de sucre; dans une seconde 1,40 °/₀ d'inuline, 7,35 °/₀ de lévuline et 6,28 °/₀ de sucre; dans une troisième 8,60 °/₀ de lévuline et 2,13 °/₀ de sucre; dans une quatrième 8,88 °/₀ de lévuline et 2, 09 °/₀ de sucre. Les résultats sont plus forts dans les deux premières analyses parce que c'est seulement dans les deux dernières que les matières mucilagineuses ont été précipitées par le sous-acétate de plomb. Les auteurs font remarquer que dans le courant de l'hiver l'inuline diminue et finit même par disparaître complètement; ils concluent avec raison de leurs recherches que l'inuline, la lévuline et le lévulose sont trois termes d'une série respectivement comparables à l'amidon, à la dextrine et au glucose que l'on trouve dans d'autres plantes. Dans ces analyses, la proportion des matières dosées est prise par rapport au poids de la matière fraîche; pour avoir la proportion par rapport à la matière sèche, il faudrait multiplier les nombres donnés à peu près par 5.

En opérant sur le Topinambour comme sur les autres plantes, j'ai d'abord extrait les sucres par l'alcool à 90°; puis, en traitant par l'eau froide la matière épuisée par l'alcool, j'ai extrait les hydrates de carbone solubles qui sont constitués essentiellement par la lévuline; l'inuline et les autres hydrates de carbone insolubles restaient pour le dernier dosage. J'ai suivi ainsi les tubercules depuis le commencement de leur formation jusqu'à la maturité, puis pendant la germination jusqu'à la digestion complète des réserves. Les tableaux 38 et 39 renferment les résultats des dosages effectués.

TABLEAU 38

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
28 juin	1,859	0,016	0,138	0,372	0,110
1 août	3,772	0,040	0.158	0,891	0,248
1 septembre	1,943	0,007	0,079	0,465	0,243
2 octobre.	1,831	0,008	0,126	0,555	0,117
16 novembre	1.634	0.010	0,207	0,454	0,105
28 décembre	1,712	0,014	0,224	0,476	0,125
7 février.	1,649	0,020	0,351	0,437	0,094
13 mars.	1.897	0,045	0,241	0,363	0,096
3 mai	1,742	0,166	0,154	0,205	0,118
25 mai	1,257	0,038	0,075	0,060	0,076

TABLEAU 39

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
28 juin	0,8	7	20	6
1 août	1	4	23	6
2 octobre	0,3	4	23	12
16 novembre	0,6	12	27	6
28 décembre	0,8	13	27	7
7 février	1	21	26	5
13 mars.	2	12	19	5
3 mai	9	8	11	6
25 mai	3	6	4	6

Le 28 Juin, les tubercules n'ont guère plus de 1 centimètre de diamètre; le 16 Novembre, on peut les considérer comme complètement formés; le 13 Mars, la germination est commencée; le 25 Mai, les vieux tubercules sont ramollis et vont entrer en décomposition.

Pendant toute la période de formation, la quantité de sucre réducteur est très faible, j'ajouterai d'ailleurs que la détermination en a été faite avec quelque incertitude, le précipité produit au contact de la liqueur de Fœhling étant peu net et ne permettant pas d'apprécier avec précision le moment où la réduction est complète ; pendant la germination, les sucres réducteurs sont plus abondants et plus faciles à doser. Les sucres non réducteurs sont en quantité plus considérable et atteignent leur maximum à la fin de l'hiver. Comme l'avaient remarqué MM. Dieck et Tollens, la proportion de sucre augmente pendant l'hiver.

Dans le Topinambour les sucres non réducteurs jouent donc le rôle de matières de réserve et non pas seulement le rôle de produit intermédiaire entre les matières amylacées et les sucres réducteurs. La lévuline se trouve déjà en quantité notable dans les très jeunes tubercules puis passe par un maximum pendant l'hiver et diminue ensuite rapidement pendant la germination. L'inuline est en proportion assez faible; le Topinambour pouvant renfermer d'autres hydrates de carbone insolubles dans l'eau, les nombres placés à la dernière colonne des tableaux 38 et 39 ne se rapportent pas seulement à l'inuline mais encore aux autres hydrates de carbone insolubles.

Lorsque je ne traite pas par le sous-acétate de plomb les résultats sont plus forts de 5 à 10 % et l'augmentation porte exclusivement sur la lévuline; le Topinambour contient donc une assez grande quantité de mucilages solubles dans l'eau.

La proportion d'eau (tableau 40) renfermée dans les tubercules, est relativement considérable et d'ailleurs assez variable (de 400 % à 500 pendant la période de formation), puis elle diminue et passe par un minimum pendant l'hiver (350 % environ); enfin pendant la germination, l'eau augmente considérablement et dépasse 1000 %.

TABLEAU 40

	Poids de la matière fraîche	Poids de la matière sèche	Eau	Eau % de matière sèche
28 juin	12,110	1,917	10,193	531
1 août	47,887	9,409	38,478	408
1 septembre	69,277	12,467	56,810	455
2 octobre	82,097	13,937	68,160	488
16 novembre	36,411	6,356	30,055	472
28 décembre	53,202	11,397	41,805	366
7 février	40,207	8,992	31,215	347
13 mars	14,688	2,395	12,293	513
3 mai	18,427	1,832	16,595	905
25 mai	13,292	1,264	12,028	951

DAHLIA VARIABILIS

Les organes de réserve du Dahlia sont des racines renflées qui restent pendant tout l'hiver à l'état de vie ralentie; au printemps des bourgeons se forment qui donnent les tiges aériennes. Puis, en été, de nouvelles racines renflées naissent à la base des tiges aériennes ; pendant ce temps les anciens tubercules, au lieu de se flétrir comme dans le Topinambour ou la pomme de terre, reforment des réserves et repassent l'hiver suivant à l'état de vie ralentie. Les tubercules sont donc vivaces comme ceux d'Asphodèle.

Les réserves du Dahlia sont surtout formées par de l'inuline qu'on appelait autrefois dahline pour exprimer sa provenance habituelle.

En même temps que l'inuline on y trouve un autre hydrate de carbone insoluble dans l'alcool, soluble dans l'eau et qui est sans doute identique à la lévuline étudiée dans le Topinambour. La séparation de l'inuline d'avec la lévuline, présente quelque incertitude à cause de la solubilité partielle de l'inuline dans les conditions où j'ai opéré; comme de plus ces deux composés jouent à peu près le même rôle physiologique il m'a paru préférable de les réunir sous le nom de matières amylacées.

M. Puriewitsch (1) qui a étudié la germination des tubercules du Dahlia a constaté par des réactions microchimiques la disparition de l'inuline et la formation du glucose.

J'ai suivi les tubercules de Dahlia d'abord en été pendant leur période de formation et jusqu'au passage à l'état de vie ralentie, puis l'année suivante, depuis la germination jusqu'à la fin de la saison, alors que le tubercule passe à l'état de vie ralentie pour la seconde fois.

Les tableaux 41 et 42 contiennent les résultats des analyses faites. Au mois de Novembre de la première année, les tubercules ont atteint leurs dimensions définitives. Mais les parties aériennes ne sont pas encore desséchées. En mars, toute végétation est arrêtée depuis longtemps; en Avril, la germination commence; en Août, la plante est en fleur.

Remarquons d'abord que pendant l'hiver les tubercules ne renferment que très peu de sucre; cette substance ne constitue donc pas une réserve comme dans le Topinambour, c'est simplement un produit de transition; on sait d'ailleurs que la proportion d'inuline est beaucoup plus forte que dans le Topinambour et oscille entre

---

(1) Puriewitsch : loc. cit., p. 27.

30 et 40 °/₀ pendant l'hiver; par contre, la lévuline est moins abondante.

Pendant la période de formation, les sucres sont d'abord en proportion notable, puis diminuent et passent par un minimum voisin de zéro pendant l'hiver; l'année suivante les sucres augmentent pendant la germination, passent par un maximum (16 °/₀) au moment de la floraison et rediminuent ensuite pour passer par un second minimum l'hiver d'après, et ainsi de suite.

TABLEAU 41

	Poids de la matière sèche	Sucres réducteurs	Sucres non réducteurs	Matières amylacées
13 septembre	1,821	0,080	0,148	0,680
9 octobre	1,788	0,044	0,156	0,647
19 novembre	1,626	0,058	0,100	0,689
10 mars.	1.849	traces	0.035	0,915
10 avril.	1,918	0,017	0,046	0 559
5 mai	1,650	0.057	0,053	0.469
10 août	1,874	0,200	0,122	0,480
9 octobre.	1,719	0,035	0,090	0.660
16 novembre	1,816	0,033	0,067	0,846

TABLEAU 42

	Sucres réducteurs °/₀	Sucres non réducteurs °/₀	Matières amylacées °/₀
13 septembre	4	8	37
9 octobre.	2	8	36
19 novembre	3	6	42
10 mars.	0	1	49
10 avril	0,8	2	29
5 mai	3	3	28
10 août	10	6	25
9 octobre.	2	5	38
16 novembre	1	3	46

La proportion des matières amylacées suit une marche inverse, passant par un maximum pendant l'hiver, et par un minimum au moment de la floraison. En comparant les tubercules en voie de formation à ceux qui se sont développés l'année précédente, on trouve une faible différence de composition : on verra qu'il en est de même pour les tubercules d'Asphodèle.

Si, au lieu de considérer isolément les sucres et les matières amylacées, on fait la somme de ces produits, on voit que le maximum est pendant l'hiver, et le minimum au mois d'Avril, peu de temps après le début de la végétation ; c'est là un fait que j'ai déjà remarqué pour plusieurs autres plantes vivaces : le minimum des hydrates de carbone a lieu peu après le début de la végétation active.

Le traitement par le sous-acétate de plomb diminue notablement la proportion des matières amylacées trouvées. En analysant des tubercules dont une moitié seulement est traitée par le sous-acétate on trouve pour les matières amylacées des différences qui sont seulement de 6 à 8 °/₀ dans les tubercules jeunes, mais qui s'élèvent à 10 et 12 °/₀ à la fin de la seconde année. La proportion des matières mucilagineuses est donc considérable, surtout dans les tubercules vieux.

Les variations dans la proportion d'eau, indiquées dans le tableau 43, sont en sens inverse des variations de la matière amylacée. Pendant l'hiver, l'eau passe par un minimum, puis augmente brusquement au moment de la germination, atteint au mois de Mai un maximum très élevé et diminue ensuite jusqu'en hiver. La quantité d'eau très considérable qui s'emmagasine dans les tubercules au mois de Mai, tient, non aux conditions de milieu qui ont peu varié dans le courant de l'année, mais bien plutôt à ce que la digestion des réserves produit à ce moment des composés qui attirent et retiennent l'eau avec une grande énergie ; la plupart des organes présentent d'ailleurs un phénomène analogue dans la première partie de la période active de végétation.

TABLEAU 43

	Poids de la matière fraîche	Poids de la matière sèche	Eau	Eau °/₀ de matière sèche
13 septembre	62,687	10.720	51,967	484
9 octobre.	29,927	4,567	25,360	555
19 novembre	60,378	14,586	45,792	313
10 mars.	48,772	12,625	36.147	286
10 avril	38,327	6,946	31,381	451
5 mai	17,535	2,149	15,386	716
25 mai	10,390	1,034	9,356	904
10 août	86,122	12,944	73,178	565
9 octobre	61,122	13,347	47,775	357
19 novembre	83,921	22,041	61.880	280

Les courbes de la figure 83 représentent les variations de l'eau, des matières amylacées et des sucres.

En somme, les réserves du Dahlia sont formées presque exclusivement de matières amylacées parmi lesquelles on sait que l'inuline joue le rôle principal. Les sucres sont seulement un produit intermédiaire qui disparaît presque complètement pendant l'hiver. Les tubercules vivaces subissent chaque année des variations périodiques. Les sucres passent par un maximum au moment de la floraison et par un minimum en hiver. Les matières amylacées au contraire présentent un maximum en hiver et un minimum pendant la période de végétation active. L'eau varie en sens inverse des matières amylacées, atteint un maximum très élevé au mois de Mai et passe par un minimum pendant l'hiver.

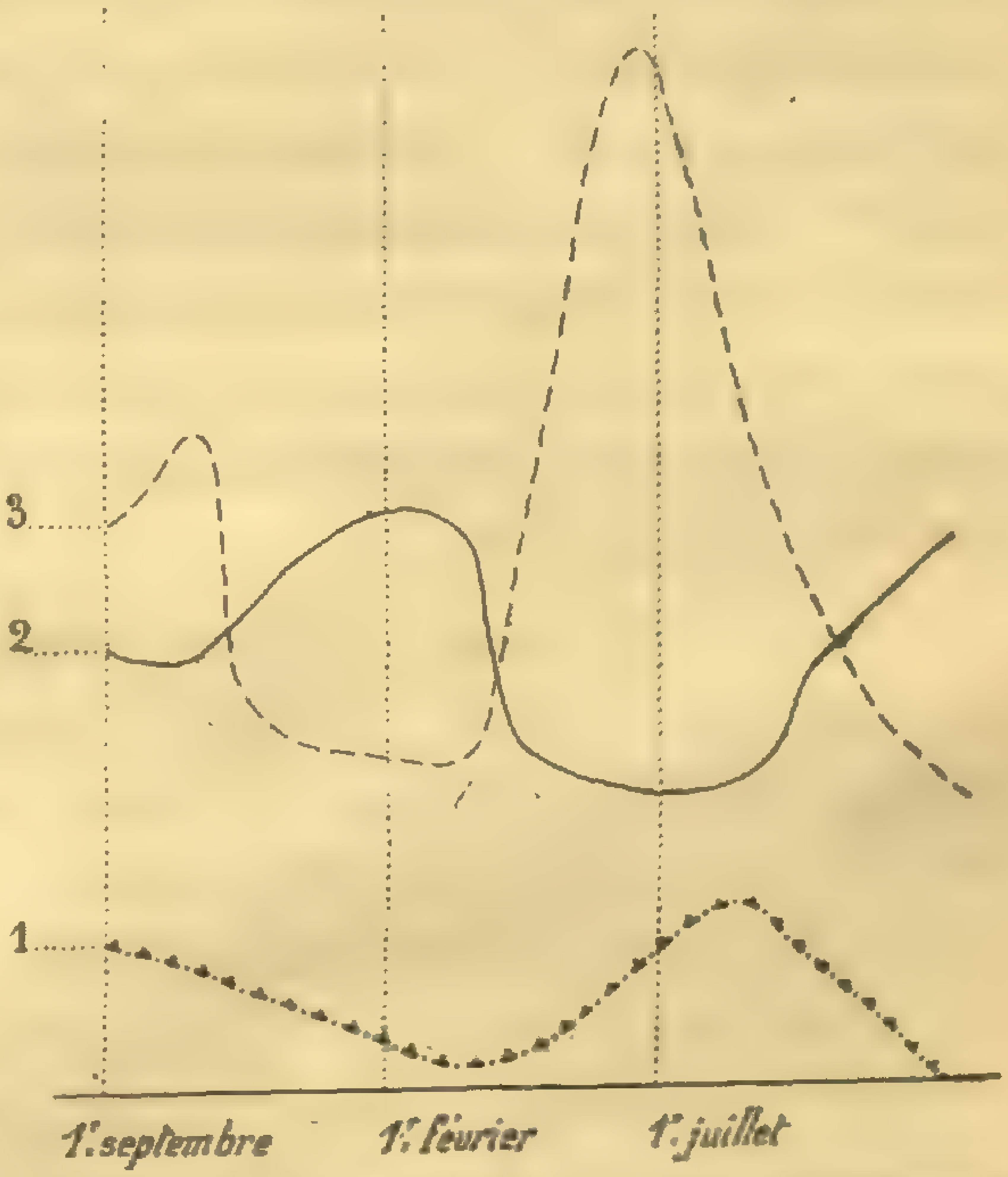


Fig. 83. — 1, sucres; 2, matières amylacées; 3, eau. La courbe 3 est à une échelle 10 fois plus faible que 1 et 2.

ALLIUM CEPA

L'Ognon est une plante bisannuelle; pendant la première année, les bases des feuilles forment un bulbe souterrain où s'accumulent des réserves et qui passe pendant l'été à l'état de vie ralentie. A la fin de l'hiver, le bourgeon qui est au centre du bulbe se développe, donne de nouvelles feuilles dont la partie supérieure aérienne est verte et dont la base engaînante et souterraine renferme des matières nutritives provenant soit de l'assimilation effectuée dans les feuilles soit de la digestion des réserves du bulbe; souvent plusieurs bourgeons se développent ainsi à l'intérieur du bulbe et donnent chacun une tige florifère dont la partie supérieure est creuse, et dont la base renferme, comme les feuilles qui l'entourent, d'abondantes réserves nutritives. En été, lorsque les graines sont mûres, toutes les réserves renfermées dans les parties souterraines sont épuisées et la plante meurt. Telle est la marche ordinaire de l'évolution de l'Ognon. Quelquefois la plante est annuelle, et les réserves accumulées la première année sont immédiatement employées. D'autres fois au contraire, pendant la seconde année un bourgeon naît à l'aisselle d'une écaille de l'ancien bulbe et donne un nouveau bulbe formé de feuilles entièrement souterraines; les choses se passent alors exactement comme dans la Tulipe, et l'Ognon se conduit comme une plante vivace.

L'analyse de bulbes d'Ognon, citée par König, indique 20 °/₀ de sucre et 57 °/₀ d'autres substances non azotées. Pendant l'hiver, j'ai constaté que la proportion de sucre était assez variable, oscillant généralement entre 18 et 25 °/₀ bien que j'aie eu soin de choisir toujours la même variété. En suivant les mêmes méthodes d'analyses que pour les autres plantes, j'ai trouvé pour les matières amylacées solubles ou insolubles dans l'eau, des chiffres très faibles inférieurs généralement à 10 °/₀; les hydrates de carbone transformables facilement en glucose sont donc peu abondants. Si l'on ne traite pas par le sous-acétate de plomb, les résultats sont différents et le précipité obtenu avec la liqueur de Fœhling est beaucoup plus abondant. Le liquide renferme donc des substances réduisant d'une façon plus ou moins nette la liqueur de Fœhling et que le sous-acétate de plomb précipite; j'ai évalué ces substances à 20 °/₀ environ du poids de la matière sèche. D'autre part, si dans le dosage du sucre extrait par l'alcool à 90° on ne traite pas par le sous-acétate de plomb avant d'intervertir, on trouve une proportion de sucre non réducteur plus grande de 6 °/₀ environ; c'est que l'alcool avait extrait, en même temps que le sucre, des glucosides que le sous-acétate de plomb élimine et qui donnent du glucose sous l'action de l'acide chlorhydrique étendu.

M. Puriewitsch (1) a constaté par des essais qualitatifs faits sur des bulbes d'Ognon en germination que le glucose était plus abondant dans les écailles extérieures que vers le centre.

Dans les tableaux qui vont suivre j'ai donné les résultats de trois dosages : 1° les sucres réducteurs, 2° les sucres non réducteurs, les glucosides ayant été éliminés par le sous acétate de plomb avant l'interversion et avant le dosage de sucres réducteurs; 3° les matières amylacées transformables en glucose par l'action de l'acide chlorhydrique, les substances précipitables par le sous-acétate de plomb ayant été éliminées avant le dosage.

---

(1) Puriewitsch, loc. cit., p. 5.

J'ai d'abord suivi le développement du bulbe depuis le moment où il commence à se former jusqu'à la complète digestion des réserves pendant la seconde année.

Les tableaux 44 et 45 contiennent le résultat de cette étude.

TABLEAU 44

	Poids de la matière sèche	Sucres réducteurs	Sucres non réducteurs	Matieres amylacées
6 juin	0,346	0,027	0,007	0.030
5 juillet	0,848	0.280	0,048	0.058
10 Août	1 888	0,470	0,164	0,191
10 septembre . . .	1 949	0,200	0,424	0 181
4 décembre	1,585	0,269	0,118	0,125
26 janvier.	0,691	0,190	0,035	0,079
24 février.	0,345	0,085	0,018	0,021
13 avril.	0,508	0,026	0,025	0,042

TABLEAU 45

	Sucres réducteurs °/₀	Sucres non réducteurs °/₀	Total des sucres °/₀	Matières amylacées °/₀
6 juin	8	2	10	8
5 juillet	33	5	38	8
10 août	24	8	32	10
10 septembre	10	21	31	9
4 décembre	17	7	24	8
26 janvier.	27	5	32	11
24 février	24	5	29	6
13 avril.	5	5	10	8

Le 6 Juin, les jeunes bulbes ont à peine 5 mill. de diamètre; le 10 Août, le bulbe paraît formé, mais les feuilles sont encore vertes; le 10 Septembre, les feuilles sont flétries; le bulbe étudié le 4 Décembre était cueilli depuis longtemps déjà; le 26 janvier. la germination était commencée; le 13 Avril, la hampe florifère est formée, mais les fleurs ne sont pas encore épanouies.

Les sucres réducteurs augmentent pendant la période de formation du bulbe et sont d'abord beaucoup plus abondants que les sucres non réducteurs ; mais à la fin de l'été, lorsque la végétation se ralentit, le glucose diminue pendant que le saccharose continue à augmenter ; les choses se passent comme si le glucose se transformait en saccharose. Au mois de Septembre, le glucose passe par un minimum et le saccharose par un maximum ; puis, et bien avant que le bulbe n'ait commencé à germer, la transformation inverse se produit, les sucres réducteurs augmentent de nouveau et les sucres non réducteurs diminuent ; ce changement s'accentue encore lorsque le bulbe commence à germer. Enfin, lorsque le vieux bulbe est presque complètement digéré, les sucres, aussi bien réducteurs que non réducteurs, sont en faible proportion. La dernière colonne verticale montre que les hydrates de carbone pouvant donner du glucose sont toujours en petite quantité.

On peut suivre les variations de proportion des sucres avec les courbes tracées sur la figure 84. La courbe 2 se rapporte au glucose, la courbe 1 au saccharose et la courbe 3 obtenue en ajoutant les ordonnées de 1 et de 2, indique les variations de l'ensemble des sucres.

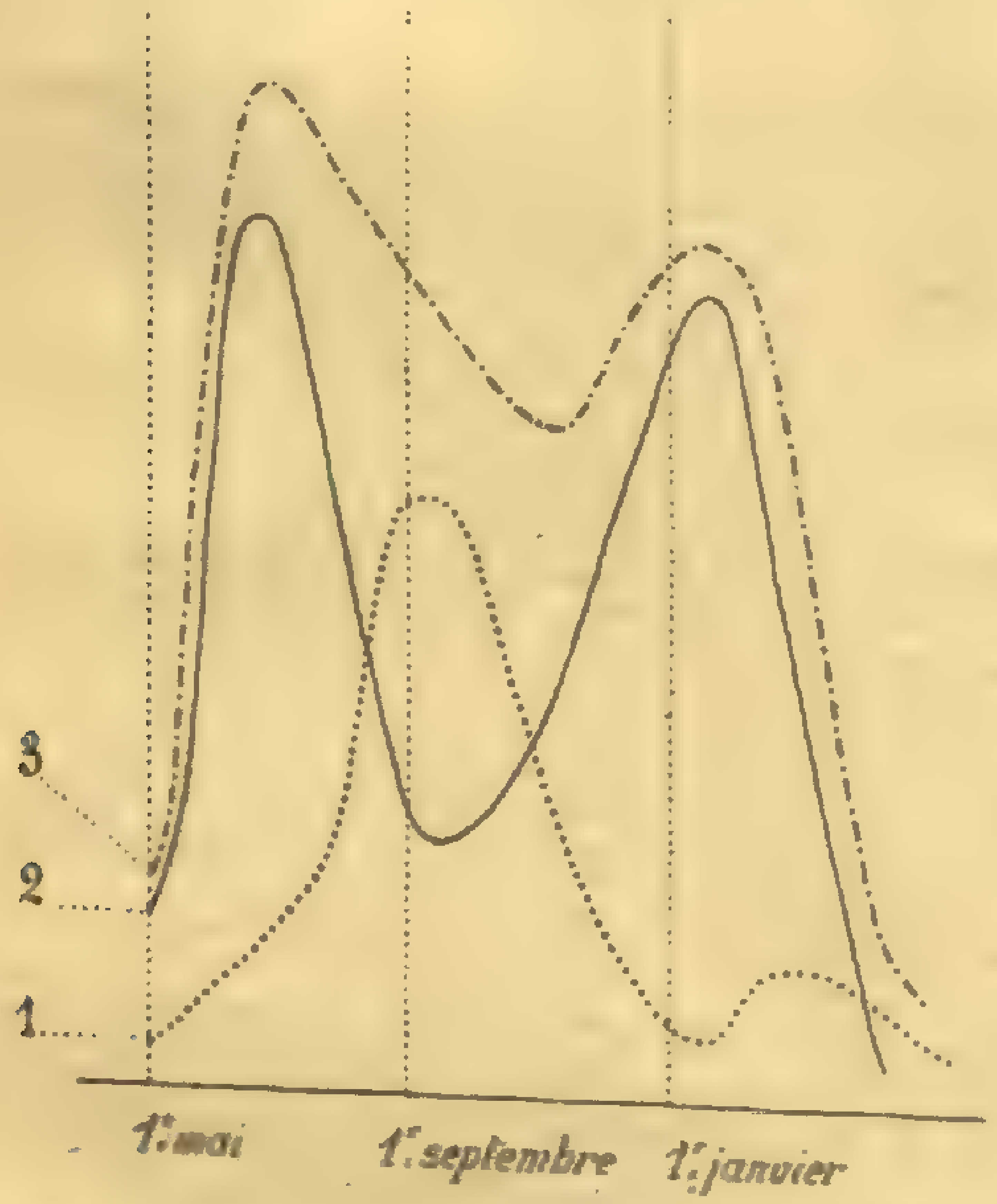


Fig. 84. — 1, sucres non réducteurs ; 2, sucres réducteurs ; 3, ensemble des sucres.

Les deux premières courbes montrent d'une façon très nette les variations en sens inverse du glucose et du saccharose. On y voit aussi, comme d'ailleurs dans les tableaux précédents, que la quantité totale de sucre passe par un minimum pendant la période de vie ralentie. Ce résultat s'explique facilement par ce fait que le bulbe à l'état de repos renferme d'autres matières hydrocarbonées qui, à la fin de la première période végétative, se sont formées aux dépens du glucose et qui pendant la germination redonnent du glucose.

On peut d'ailleurs mettre ce dernier point en évidence en dosant les sucres dans un bulbe qui a été préalablement écrasé au contact de l'eau afin de permettre aux diastases d'agir.

J'ai fait cette expérience le 24 Février sur un bulbe dont la germination était commencée. Le résultat a été le suivant :

	Sucres réducteurs	Sucres non réducteurs	Total des sucres
Bulbe intact	24 °/₀	6 °/₀	30 °/₀
Bulbe écrasé . . .	45 »	0 »	45 »

On voit d'abord que tout le saccharose existant dans le bulbe a été transformé en glucose; de plus la quantité totale de sucres a augmenté de 15 °/₀ du poids total de la matière analysée; il faut donc que le bulbe renferme des matières de réserve autres que les sucres et pouvant donner du glucose sous l'action des diastases.

Jusqu'à présent je n'ai parlé que des bulbes qui, formés pendant la première année, se résorbent pendant la seconde. Mais on sait qu'au commencement de la seconde année, lorsque le bulbe germe, les feuilles vertes qui se forment accumulent dans leur base des matières de réserves analogues à celles des bulbes et qui sont destinées à être consommées au moment de la formation des fleurs et des graines ; un pareil dépôt de réserve se fait également à la base de la tige florifère. Ce sont en quelque sorte des stations où les réserves s'arrêtent avant d'être consommées.

Dans les exemples que j'ai étudiés, le vieux bulbe était presque complètement digéré dès le mois d'Avril et ce qui restait des réserves avait émigré dans la base des nouvelles feuilles et dans la tige. Le tableau 46 indique la proportion du sucre renfermé dans les bases des feuilles en Avril, Mai et Juin.

TABLEAU 46

	Poids de la matière sèche	Sucres réducteurs	Sucres non réducteurs	Sucres réducteurs °/₀	Sucres non réducteurs °/₀
13 avril.	0,589	0,092	0,054	15	9
1 mai	0,892	0,200	0,022	22	3
28 juin	1,694	0,530	0,085	31	5

Le 13 Avril, la hampe florifère avait environ la moitié de sa longueur définitive et le 28 Juin les fleurs étaient épanouies.

Pendant toute cette période, la proportion de glucose augmente et les choses se passent comme dans un bulbe qui commence à germer. Il en est de même dans la base de la hampe florifère ; le 5 Juin elle renferme 23 °/₀ de glucose et 12 °/₀ de saccharose, et le 28 Juin 32 °/₀ de glucose et 1 °/₀ seulement de saccharose. A ce moment les matières de réserves sont presque entièrement transformées en glucose qui va être employé pour la formation des graines.

Comme je l'ai rappelé au commencement de ce chapitre, il se forme quelquefois pendant la seconde année un nouveau bulbe de la même façon que dans la Tulipe ; l'Ognon devient alors vivace. Les quelques mesures que j'ai faites sur ces bulbes de remplacement me permettent de penser que les réactions qui s'y passent sont les mêmes que dans le bulbe d'une plante bisannuelle.

Ainsi, le 28 Juin, il y avait 31 °/₀ de glucose et 15 °/₀ de saccharose ; le 10 Août, lorsque la vie ralentie allait commencer, il y avait 15 °/₀ de glucose et 20 °/₀ de saccharose. Pendant la formation, le glucose est plus abondant ; pendant la vie ralentie, au contraire, la saccharose l'emporte et la proportion de l'ensemble des sucres est moindre.

L'étude de la variation de la proportion d'eau ne présente pas dans l'Ognon un grand intérêt. L'eau est toujours en proportion considérable et diminue à peine pendant la vie ralentie ; j'en ai toujours trouvé plus de 1.000 parties pour cent de matière sèche ; le bulbe renferme donc des substances qui retiennent l'eau avec une grande énergie ; le sucre est une de ces substances.

Il résulte de ce qui précède que les sucres jouent un rôle considérable dans le bulbe de l'Ognon ; ils constituent une partie des réserves soit à l'état de glucose, soit à l'état de saccharose. Le glucose est beaucoup plus abondant dans les périodes de vie active ; pendant la première année, il provient de l'assimilation par les feuilles et va servir à la synthèse du saccharose ou des autres réserves non azotées ; pendant la seconde année, il provient de la digestion de ces mêmes réserves. On doit remarquer aussi que lorsque la végétation est suspendue, la vie est encore relativement active dans le bulbe, les changements qui s'y effectuent en sont la preuve ; ce fait est en rapport avec la proportion notable de glucose et la grande quantité d'eau que renferme alors le bulbe.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX
SUR LES CHAMPIGNONS
PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897 *(Suite)*.

OOMYCÈTES

I. — MUCORINÉES.

Depuis les recherches de Van Tieghem et Le Monnier, de Brefeld, de Bainier, etc., les Mucorinées sont bien connues dans leurs formes et leur développement. Mais l'étude de leur structure, au point de vue cytologique, est beaucoup moins avancée. Les recherches de M. Maurice **LÉGER** constituent une importante contribution à cette étude. Avant lui, un petit nombre de botanistes seulement s'étaient occupés de la question. M. Van Tieghem avait, le premier, en 1875, fait connaître les mouvements du protoplasma chez ces végétaux, la cicatrisation des blessures et l'occlusion spontanée du protoplasma au moyen de cloisons, la formation et le rôle des cristalloïdes de mucorine. Schmitz (1879) avait signalé de nombreux noyaux dans le mycelium d'un *Mucor* et d'un *Chætocladium*. M. Vuillemin (1887) avait vu des noyaux dans le mycelium des *Pilobolus*, constaté la présence d'un, deux, parfois trois ou quatre noyaux dans la spore, et enfin soupçonné la présence de noyaux dans la zigospore du *Mucor heterogamus ;* il avait aussi donné quelques détails de structure sur la membrane du sporange et des filaments chez le *Sporodinia grandis*. Enfin, en 1891, M. de Wèvre avait recherché les noyaux de plusieurs Mucorinées et était arrivé à des résultats qui sont d'ailleurs en désaccord avec ceux de M. Léger.

Les premières recherches de M. Léger ont été faites en commun avec M. **DANGEARD** (1), mais un très grand nombre des faits qu'il expose résultent de ses propres observations (2).

---

(1) Dangeard et Léger : *Sur la structure des Mucorinées* (Comptes rendus de l'Acad. des Sc., t. 118, 19 février 1894). — *La reproduction sexuelle des Mucorinées* (id., 5 mars 1894).

(2) M. Léger : *Recherches histologiques sur le développement des Mucorinées* (C. R. de l'Acad. des Sc., t. 120, 1895, p. 647). — *Recherches sur la structure des Mucorinées* (thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Paris) avec 21 planches, Poitiers, 1895. — *Structure et développement de la zygospore du Sporodinia grandis* (Revue générale de Botanique, 1895, t. VII, p. 481, avec 4 planches).

La technique employée par M. Léger est relativement simple : fixation par l'alcool à 95°, coloration surtout par les picrocarmins, l'hématoxyline ou la fuchsine ; mais le manuel opératoire est assez délicat, il est exposé d'ailleurs avec grand détail par l'auteur. Les recherches ont porté sur des Mucorinées assez nombreuses et appartenant à des genres assez variés pour que les conclusions puissent être acceptées comme générales. Voici les principales de ces conclusions :

Tous les organes des Mucorinées contiennent un protoplasma identique, d'abord dense, homogène, remplissant complètement les cavités qui le contiennent, puis devenant pariétal et élaborant de l'huile qui a une tendance à s'accumuler au centre des organes. Les cristaux de *mucorine* existent toujours dans la zygospore *jeune* ; M. Léger en conclut, contrairement à l'opinion émise autrefois par M. Van Tieghem, que la mucorine, loin d'être une matière inutile ou nuisible, est un produit nécessaire au développement de la plante, au moins en ce qui concerne la zygospore. Toutefois il convient de remarquer que l'apparition précoce de la mucorine ne suffit pas pour faire rejeter l'idée qu'elle est un produit d'excrétion : chez certains végétaux supérieurs les cellules destinées à donner les laticifères sont souvent différenciées les premières dans l'embryon.

Le noyau des Mucorinées est sphérique, pourvu d'un nucléole central qui se colore énergiquement sous l'action des réactifs, et d'une membrane ; entre la membrane et le nucléole existe une zone circulaire incolore, indifférente à tous les colorants. Dans les filaments, les noyaux présentent toujours la division directe, par simple étranglement ; on n'observe de division caryokinétique que dans un seul cas, à l'intérieur des spores, au début de la germination. Toutes les spores (sporangiospores, chlamydospores, conidies) sont plurinucléées et le nombre des noyaux y peut varier dans de larges limites, de deux à cent, par exemple.

La formation de la zygospore chez le *Mucor mucedo* et le *Sporodinia grandis* présente, d'après M. Léger, des phénomènes tout à fait particuliers. Les deux gamètes ou ampoules copulatrices et la jeune zygospore qu'ils forment par leur fusion, contiennent un protoplasma homogène, renfermant de nombreux noyaux et quelques cristalloïdes de mucorine. Plus tard, le protoplasma de la zygospore devient trabéculaire, le nombre des noyaux diminue considérablement par destruction de leur nucléole, et de l'huile s'accumule au centre de la zygospore. A un moment donné, tous les noyaux ont disparu, et on voit alors apparaître près des cloisons deux groupes de petites sphères granuleuses, denses, sans membrane, que l'auteur dénomme *sphères embryogènes*. A un stade plus avancé, dans chaque groupe, toutes les sphères embryogènes se fusionnent ensemble : elles forment ainsi dans la zygospore deux grosses sphères creuses qui, pendant cette fusion, ont emmagasiné en leur centre de l'huile prise dans la zygospore elle-même. Enfin ces deux sphères s'entourent d'une double membrane et constituent ce que l'auteur appelle les *sphères embryonnaires*, dont la présence est constante dans toutes les zygospores de Mucorinées. A la germination, les deux sphères embryonnaires augmentent de volume, perdent leurs membranes, se fusionnent, et dans la masse on voit apparaître des noyaux et des cristalloïdes de mucorine. Ces nouveaux noyaux pénètrent dans le filament germinatif après s'être divisés chacun une fois par caryokinèse.

L'auteur ayant reconnu dans les azygospores les mêmes phases de développement et la même constitution que dans les zygospores, avec cette différence toutefois qu'il n'y a plus qu'une sphère embryonnaire au lieu de deux, il en conclut que le fait essentiel dans la formation des zygospores est, non pas l'anastomose des ampoules dites sexuelles, mais le développement et la présence des sphères embryonnaires. Dans l'esprit de M. Léger, si quelque chose, dans cette suite de phénomènes, rappelle une fécondation, c'est la fusion des nombreuses sphères embryogènes, aboutissant à la formation de sphères embryonnaires. Cette conception étant admise, les azygospores seraient des œufs au même titre que les zygospores. L'anastomose des ampoules dites sexuelles, d'une part, la fusion des deux sphères embryonnaires d'autre part, ne sont donc plus, pour l'auteur, que des phénomènes accessoires.

Il nous paraît au contraire que la fusion des deux sphères embryonnaires est le point capital, et c'est malheureusement celui pour lequel le mémoire nous fournit le moins de documents et de figures. Il semble qu'il se fasse dans chaque ampoule sexuelle une sorte de rénovation très complexe dont M. Léger a pu fixer quelques stades, mais que l'extrême difficulté du sujet ne lui a pas permis de suivre d'une façon continue et en détail. Après un long temps de repos, ces deux éléments se conjuguent, et c'est à ce moment, nous paraît-il, que se place la véritable formation de l'œuf. Si cette conception est exacte, il y aurait quelque analogie entre ces faits et ceux que M. Trow a, comme nous le verrons plus loin, observés chez les *Saprolegnia*.

D'ailleurs il semble bien que l'étude cytologique des Mucorinées ait besoin d'être reprise sur plus d'un point. Les divers procédés de techniques conduisent à des résultats souvent différents et même sur des points fondamentaux les auteurs sont d'avis discordants. Ainsi M. Istvanffi (1), étudiant le même *Sporodinia grandis* (*Sizygites megasperma*) et une espèce de *Mucor*, constate l'existence de nombreux noyaux dans la zygospore et au contraire d'un noyau unique dans les spores avant leur germination.

Par l'emploi d'une méthode de coloration spéciale, M. L. Matru-

---

(1) Istvanffi : *A penészek sejtmagvairól (De fungorum nucleis)*. Magyar Novenytani Lapok, XIII, 1889, p. 33 (en magyar). — *Ueber die Rolle der Zellkerne bei der Entwicklung der Pilze* (Berichte d. deut. bot. Ges., t. XIII (1895), p. 455), avec 3 pl.

CHOT (1) a réussi à mettre en évidence une structure assez particulière du cytoplasma des filaments d'un *Mortierella.* Il a observé : 1° un hyaloplasma indifférent au réactif colorant et doué d'une certaine rigidité comme l'hyaloplasma des Myxomycètes ; 2° creusés dans ce hyaloplasma, un certain nombre de canalicules distincts les uns des autres, remplis d'un protoplasma finement granuleux, sur lequel se fixe la matière colorante. Ces canalicules, plus ou moins rectilignes et en nombre variable (2 à 10) suivant la grosseur du filament, sont le siège des courants protoplasmiques.

Se plaçant plus spécialement au point de vue physiologique, M. J. C. ARTHUR (2) a étudié les mouvements du protoplasma chez quelques Mucorinées. Il est d'avis que les courants observés, qui sont irréguliers et changent souvent de sens, sont dus à l'absorption osmotique de l'eau en un point du filament et à l'extravasation de l'eau en un autre point.

Un problème tout à fait à l'ordre du jour est l'étude des modifications produites sur l'appareil reproducteur des Champignons par le changement des conditions de milieu. Certaines Mucorinées, particulièrement plastiques, ont donné lieu à d'intéressantes observations à cet égard.

M. BACHMANN (3) a choisi le *Thamnidium elegans* comme sujet d'expériences. On sait que cette Mucorinée présente deux sortes de sporanges : un gros sporange terminal polyspore à membrane diffluente et à columelle, et quelques sporangioles sans columelle, à membrane non diffluente, disposés sur des pédoncules ramifiés en dichotomie. Ces deux sortes de sporanges peuvent s'associer de diverses façons et donnent des combinaisons déjà figurées par Van Tieghem, Brefeld et autres. Mais le point nouveau sur lequel M. Bachmann appelle l'attention, c'est que ces combinaisons, c'est-à-dire les aspects divers et très différents que la plante peut présenter, sont sous la dépendance étroite des conditions de milieu. Dans les mêmes conditions extérieures, les mêmes formes de sporanges se produisent ; si les conditions extérieures changent, des formes différentes apparaissent. Ces formes sont en relation avec la constitution chimique du milieu nutritif, avec sa concentration, sa fluidité, avec le degré d'humidité, la température. M. Bachmann a pu ramener à 6 types, les nombreuses formes de *Thamnidium elegans* et ces divers types s'observent dans des conditions de culture très précises, ainsi qu'on va le voir :

---

(1) L. Matruchot : *Sur la structure du protoplasma fondamental dans une espèce de Mortierella* (C. R. Ac. Sc., t. 123 (1896), p. 1321.

(2) J. C. Arthur : *Movement of Protoplasm in Cœnocytic Hyphae.* (Communication présentée à la session tenue à Toronto, en 1897, par la Soc. bot. d'Amérique), résumé paru dans Bot. Gazette, t. XXIV, n° 3, p. 181. -- *Id.* Annals of Botany, vol. XI, 1897.

(3) J. Bachmann : *Einfluss der äusseren Bedingungen auf die Sporangienbildung von Thamnidium elegans Link.* (Botan. Zeitung, 16 juillet 1895) avec une planche.

1er *type.* — Sporanges terminaux. Sporangioles paucispores à dichotomie fine, qui peut aller jusqu'au 10e degré. Sporangioles très précoces. — S'observe sur une décoction de fumier, sur une gélose à 2.5 °/₀ de peptone, sur une gélose à 4 °/₀ de peptone et 0.5 °/₀ d'azote de potassium, etc.

2e *type.* — Sporanges terminaux. Sporangioles de 16 à 60 μ, avec nombreuses spores et fréquemment avec columelle et gélification partielle de la membrane. — S'observe sur pain humide, sur jus d'orange, sur malt, sur pruneaux fortement cuits.

3e *type.* — Sporanges terminaux exclusivement (la plante a exactement l'aspect d'un *Mucor*). — S'observe sur des pruneaux peu cuits, sur de l'extrait de malt étendu de deux volumes d'eau.

4e *type.* — Sporangioles exclusivement. — S'observe sur des milieux variés, quand la température est de 27 à 30° C.

5e *type.* — Mycelium sans sporange ni sporangioles. — *a*, mycelium à extrémités renflées, avec gemmes (chlamydospores) : s'observe dans une décoction de pruneaux peptonisée, dans l'extrait de malt additionné d'un demi-volume d'eau. — *b*, mycelium avec extrémités fines, sans gemmes : s'observe dans les solutions de saccharose de concentration variée, dans l'huile d'amande (milieu pauvre).

Un *6e type*, comprenant des formations de zygospores, et connu depuis longtemps, n'a pas pu être obtenu par M. Bachmann. Son travail n'en présente pas moins un réel intérêt, car il montre qu'en dehors des facteurs cosmiques, l'influence du milieu nutritif peut modifier profondément les organes reproducteurs des végétaux inférieurs. La lumière n'a d'ailleurs aucune influence sur la production des spores. Jusqu'alors le *Thamnidium elegans* est la seule Mucorinée connue qui, par l'action des conditions extérieures, puisse être astreinte à former l'une ou l'autre de ces deux sortes de sporanges ou à supprimer entièrement la dernière.

Dans le même ordre d'idées, M. Schostakowitsch (1) a étudié l'influence du milieu nutritif et de la température sur une espèce nouvelle de *Mucor* (*M. proliferus*), trouvée en Sibérie. Cette espèce est caractérisée par la columelle en forme de poire du sporange terminal, les columelles des sporanges latéraux étant sphériques ou elliptiques. Sans apporter dans ses recherches toute la précision de M. Bachmann, M. Schostakowitsch signale de curieuses variations de forme du pied, du sporange, de la columelle et des spores, lorsqu'on fait varier la composition du milieu (jus de pruneaux, glycérine, asparagine, sels minéraux) et la température. L'un des cas observés montre un sporange ramifié avant la formation des spores, et le même fait se produisant plusieurs fois on a sur un même filament une série de sporanges avortés.

---

(1) Schostakowitsch : *Mucor proliferus* n. s., *eine neue sibirische Mucorart.* (Ber. D. Bot. Ges., t. 14 (1896) p. 260, avec une planche. — *Einige Versuche über die Abhängigkeit des Mucor proliferus von den äusseren Bedingungen* (Flora, t. 84, p. 88), avec une planche.

Enfin, dans une série de cultures nombreuses, M. Morini (1) a démontré le remarquable polymorphisme du *Mucor racemosus*.

La famille des Mucorinées s'est enrichie, pendant ces dernières années, de quelques genres et espèces nouvelles. A cet égard, l'un des faits les plus intéressants à signaler est le rattachement aux Mucorinées du genre *Dispira*, créé autrefois par Van Tieghem pour un Champignon (*D. cornuta*) qu'il considérait comme une forme conidienne d'Ascomycète. M. Thaxter (2) vient de découvrir une seconde espèce du même genre, *D. americana*, qui vit en parasite sur un *Mucor* et qui produit des sporanges et des œufs en abondance (fig. 85 à 90). Les stérigmates qui terminent les filaments dressés et faussement dichotomes ont invariablement deux cellules; et chaque stérigmate bourgeonne un certain nombre de sporanges linéaires, avec spores disposées en chapelets, comme dans les *Syncephalis* et *Piptocephalis* (3, fig. 87). La reproduction sexuelle de ce Champignon est fort remarquable. Les œufs se

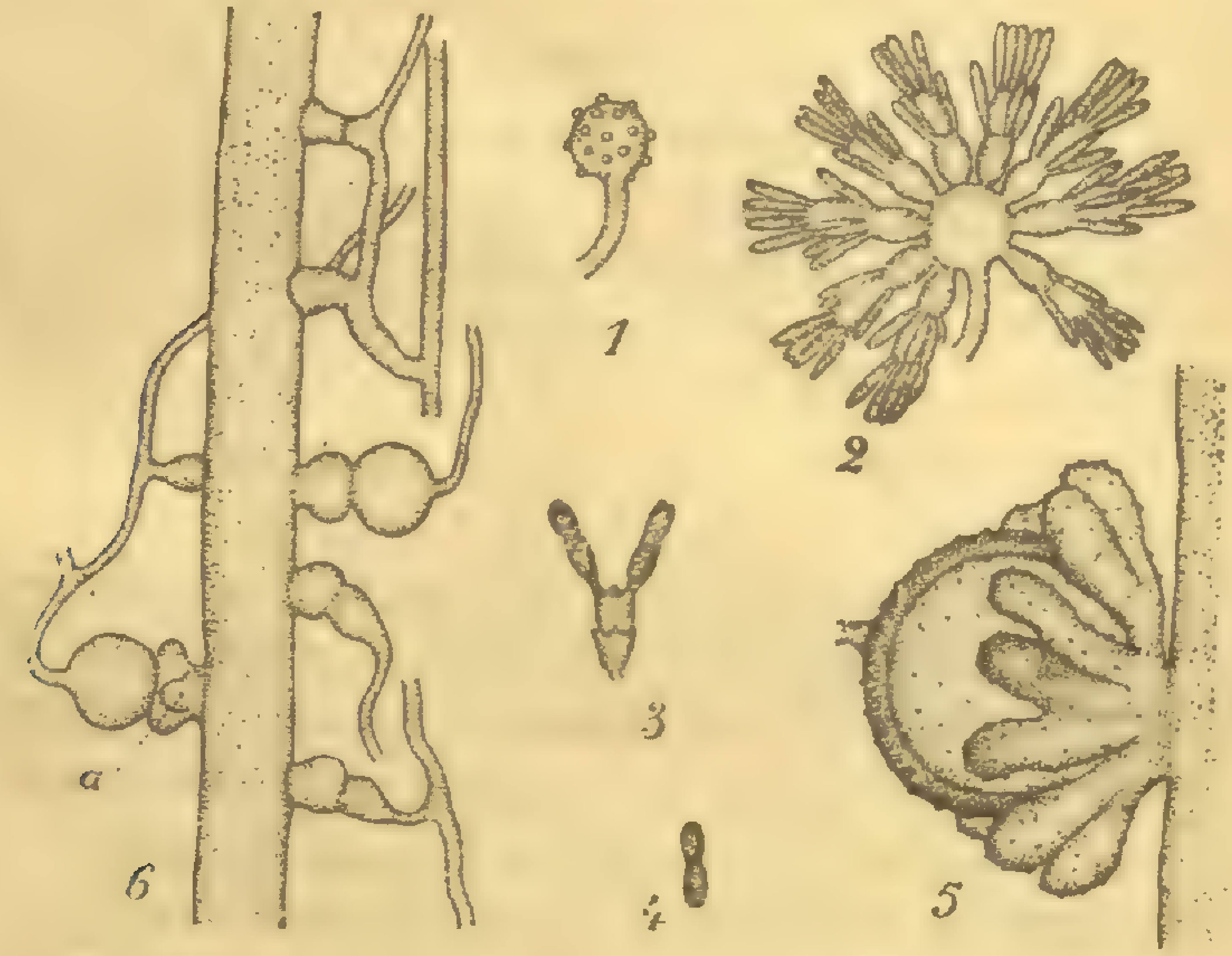


Fig. 85 à 90. — *Dispira americana*. — 1, jeune tête sporifère. — 2, tête sporifère normale (coupe optique). — 3, un stérigmate bicellulaire portant deux sporanges linéaires à 2 spores. — 4, chapelet de 2 spores, isolé. — 5, œuf formé, avec sa membrane fortement épaissie ; à droite, le gamète palmé, vide de protoplasma. — 6, divers stades de formation de l'œuf ; la figure montre sept crampons de *Dispara* fixés sur un filament de *Mucor* (d'après Thaxter).

---

(1) Morini : *Note micologiche.* (Malpighia, t. X, 1896, p. 72), avec une planche.

(2) R. Thaxter : *New or peculiar American Zygomycetes : I, Dispira* (Bot. Gaz., t. XX (1895), p. 513, avec une planche.

forment sur les crampons latéraux qui fixent la plante à son support. A un moment donné, une de ces branches latérales se coupe par une cloison en deux parties, qui vont devenir les éléments sexuels (6, fig. 90). La partie externe se séparant ultérieurement du filament mère, ne reçoit plus que par l'intermédiaire de la partie interne les matériaux empruntés à l'hôte. Les deux gamètes se différencient bientôt (5, fig. 90). Le gamète externe devient sphérique et sera l'œuf; le gamète interne s'étale en une masse digitée qui semble être une dépendance du *Mucor* et qui n'est pas sans rappeler les ornements qu'on observe sur les gamètes de l'œuf des *Absidia* et des *Phycomyces*. Ce gamète palmé renferme une huile jaune qui sert à la nutrition de l'œuf. *Il n'y a pas conjugaison* : les deux gamètes sont dissemblables et l'un des deux déverse son protoplasma dans l'autre. C'est là une différence profonde avec les autres Mucorinées et il faudrait s'adresser au *Basidiobolus* pour trouver, chez les Champignons, un mode de formation comparable. Mais, par tous ses autres caractères, le *Dispira americana* est une véritable Mucorinée.

Etant donné la parenté évidente des *Dimargaris* et des *Dispira*, M. Thaxter propose de constituer, avec ces deux genres, un groupe de Mucorinées qu'on placerait au voisinage des *Piptocephalis* dans la tribu des *Céphalidées* (*Syncéphalidées* de Van Tieghem). Ce groupe serait aberrant surtout par son mode de reproduction sexuelle. Enfin M. Thaxter rapproche les Coemansiées (*Martensella*, *Coemansia*, *Kickxella*) des Mucorinées.

Dans un second mémoire, M. Thaxter (1) a repris l'étude des genres *Syncephalis* et *Syncephalastrum*. Les observations faites par lui sur le *Syncephalastrum racemosum* Cohn sont particulièrement instructives; il y décrit en effet des sporanges linéaires où les spores sont disposées sur plus d'une rangée et où la membrane du sporange est nettement distincte des spores contenues à l'intérieur. Cette constatation suffit pour faire rejeter la manière de voir des botanistes allemands qui persistent à considérer les sporanges linéaires des Céphalidées comme des chapelets de conidies : les observations de M. Thaxter confirment donc pleinement l'exactitude des vues de M. Van Tieghem à ce sujet.

Aux *Syncephalis* déjà connus, M. Thaxter ajoute trois espèces nouvelles (*S. Wynneae*, *S. tenuis*, *S. pycnosperma*), dont il étudie en détail le développement et où il trouve une nouvelle confirmation de la thèse dont nous venons de parler.

M. Cunningham (2) a étudié, lui aussi, une Mucorinée fort curieuse, appartenant à ce genre *Choanephora* qu'il avait, le premier, rattaché aux Mucorinées en 1878. L'espèce nouvelle, *C. Simsoni*, vit en parasite sur des *Ipomœa* et des *Zinnia*, mais peut se cultiver sur des infusions végétales variées. Ce genre *Choanephora* semble être comme le point central et le lien naturel entre les divers groupes de Champignons. Il se relie d'une part, ainsi que Brefeld l'a déjà montré, aux Basidiomycètes et aux Ascomycètes par ses fructifications conidiennes et sporangiales. Par divers caractères, il se rapproche des Rhizidiées et par conséquent des Chytridinées. Enfin il se relie aux véritables Oomycètes, comme les Péronosporées, par ses fructifications conidiennes réduites dans certaines conditions de milieu, par le parasitisme du *C. Simsoni* et par les conditions de formation des œufs.

---

(1) R. Thaxter : *New or peculiar Zygomycetes. 2. Syncephalastrum and Syncephalis* (Bot. Gazette, vol. XXIV (1897), p. 1, avec 2 planches.

(2) Cunningham : *A new and parasite species of Choanephora* (Ann. Roy. Bot. Garden Calcutta, vol. VI, 1895, avec 2 planches).

Un genre nouveau, *Carnoya*, a été créé par M. Dewèvre (1) pour une Mucorinée (*C. capitata*) qui se place au voisinage des *Mortierella*, mais qui en diffère par le mode de ramification et les nombreux sporanges paucispores.

Signalons enfin, pour terminer, une très intéressante espèce nouvelle d'*Absidia* (*A. Tieghemi*) dont M. von Deckenbach (2) a donné la description et suivi le développement ; un *Thamnidium* nouveau, *Thamnidium* (*Helicostylum*) *cyaneum*, à spores bleues, décrit par MM. R. Pound et Clements (3) ; enfin le *Phycomyces Pirottianus* sp. n. dont M. Morini (4) a fait l'étude et où le mode de formation de la zygospore présente quelques particularités intéressantes, relativement aux ornements qui recouvrent la zygospore à sa maturité.

Il ne nous reste plus à mentionner, sur le groupe, qu'un travail de systématique de M. Pound (5), relatif aux Mucorinées américaines.

L'auteur adopte la classification suivante :

I. Mucorées : Eumucorées, Rhizopées, Thamnidiées, Pilobolées.
II. Mortiérellées (*Mortierella*, *Herpocladium*, *Carnoya*).
III. Choanéphorées (*Choanephora*).
IV. Chœtocladiées (*Chœtocladium*).
V. Céphalidées (*Piptocephalis*, *Syncephalis*, *Syncephalastrum*.

Le maintien des *Chœtocladium* à l'état de tribu distincte est une erreur dont M. Van Tieghem a depuis longtemps fait justice.

---

(1) Dewèvre : *A propos d'un genre nouveau de Mucorinées* (Bull. Soc. belge de Microscopie, t. XXI, 1895, p. 36).

(2) Von Deckenbach : *Sur un Absidia nouveau* (Scripta botanica 1898).

(3) R. Pound et Clements : *New species of fungi* (Bot. Survey of Nebraska, IV, 1896, p. 5).

(4) Morini : *Note micologische* (Malpighia, t. X, 1896, p. 72) avec une planche.

(5) Pound : *Revision of the Mucoraceae with special reference to species reported from North-America* (Minnesota Bot. studies, Bull. n° IX, 1894, p. 87).

(A suivre) L. Matruchot.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 (*suite*)

Hæcker (1) émet l'opinion que la réduction chromatique observée par Guignard, Strasburger et d'autres botanistes dans les cellules mères des grains de pollen et dans le sac embryonnaire ne constitue qu'une pseudo-réduction; il se base principalement sur ce fait (2) que les observations de Belajeff, Sargant et Farmer n'établissent pas que dans la division des cellules-mères des grains de pollen il y ait une double division longitudinale des chromosomes, semblable à celle qu'on rencontre dans la formation des éléments reproducteurs des animaux.

Moore (3) répond à Hæcker que beaucoup d'observations du domaine zoologique viennent plaider contre le sens que cet auteur attache au phénomène de la réduction chromatique et montrent que cette réduction s'opère au stade de repos du noyau; de plus, on observe au stade *Synapsis* dans différents matériaux animaux des structures filamenteuses particulières qui offrent une grande ressemblance avec ce qu'on rencontre dans les cellules mères des spores; il en est de même pour les premières divisions qui font suite à ce stade; dans le Lis la division des cellules mères des grains de pollen est hétérotypique comme pour les cellules sexuelles du Triton; la chromatine pendant la formation des chromosomes offre dans les deux cas une évolution essentiellement identique; pour Moore la division hétérotypique n'est pas seulement dans les deux cas comparable en gros, mais dans ses moindres détails.

Moore et Farmer ont publié ailleurs (4) en collaboration, une note touchant à la même discussion.

M. Degagny (5) continue ses études physiologiques et morphologiques sur la division nucléaire chez les Spirogyres et le Lis blanc; il est amené par elles à regarder le noyau comme ayant pour rôle « *de préparer une matière destinée à respirer et, en respirant, à produire des forces vives. Il la prépare derrière sa membrane; puis, lorsqu'elle est à point, il fait intervenir la respiration cellulaire, en rendant la membrane nucléaire plus perméable.* »

---

(1) V. Hæcker : *The reduction of the chromosomes in the sexual cells as described by botanists : A reply to Professor Strasburger* (Ann. of Bot. 1895, p. 95-101).

(2) V. Hæcker : *Zur Frage nach dem Vorkommen der Schein-Reduction bei den Pflanzen* (Arch. f. mikr. Anat XXXXVI, 1895, p. 740-43).

(3) J. E. S. Moore : *On the essential similarity of the process of Chromosome reduction in animals and plants* (Ann. of. Bot., 1895, p. 431 39).

(4) J.-B. Farmer H. J. E. S. Moore : *On the essential similarities existing between the heterotype nuclear divisions in animals and plants* (Anat. Anzeiger, XI, 1895, p. 71-80).

(5) Degagny : *Recherches sur la division du noyau cellulaire chez les végétaux* (Bull. Soc. Bot. de Fr., 1895 et 1896).

Nous négligeons à dessein de mentionner la plupart des faits présentés par STRASBURGER (1), en particulier ceux qui se rapportent à la séparation des chromosomes, le mémoire correspondant ayant été analysé dans la précédente revue.

On a souvent comparé les figures kariokinétiques aux figures d'attraction déterminées par deux pôles magnétiques de signes différents. Pour A. GALLARDO (2) ce serait l'expression même de la loi de la division cellulaire. Cet auteur reproche aux théories émises jusqu'à présent pour expliquer les phénomènes de la division indirecte de ne pas rendre compte des filaments inutiles, d'admettre pour les filaments un épaississement qui n'a pas été observé; de plus si ce sont les filaments contractiles qui attirent les chromosomes, ils devraient être droits et non curvilignes; on n'explique pas davantage la séparation des chromosomes. Pour détourner les objections, Strasburger et Hœker supposent que les chromosomes glissent sur les filaments du fuseau, attirés par une force chimiotactique émanant des sphères attractives. C'est en somme la théorie de Strasburger que Gallardo reprend en lui donnant une forme plus précise.

Pour l'auteur les centrosomes sont les centres de force correspondant à une force newtonienne de nature indéterminée; ils sont de même potentiel, ce que démontre la position équatoriale et équidistante des centres de la zone neutre où se disposent les chromosomes avant leur division. La marche en directions opposées suivie par les anses jumelles indique nettement le signe contraire des forces qui les attirent. Le faisceau nucléaire et les radiations constituant l'amphiaster sont l'extériorisation des lignes de force du champ de force produit par les deux centrosomes. Ces lignes de force sont plus visibles dans les cellules à protoplasma granuleux, comme les œufs d'Echinodermes, que dans celles qui possèdent un protoplasma de texture homogène, où, très fréquemment elles ne sont révélées que grâce à l'emploi de réactifs appropriés.

Gallardo (3) explique ainsi tous les phénomènes de la division cellulaire et ceux de la fécondation et fait remarquer que les figures cariokinétiques multipolaires produites expérimentalement par le sulfate de quinine et l'hydrate de chloral, ainsi que celles qu'on observe pathologiquement correspondent également à la disposition des lignes de force dans des champs produits par 3, 4 ou plusieurs centres de forces newtoniennes.

---

(1) Strasburger : *Kariokinetische Probleme* (Jahrb. f. w. Bot. XXVIII, 1895, p. 151-204, 2 Pl.).

(2) A. Gallardo : *Essai d'interpretation des figures karyokinétiques* (Anales d. Mus. Nac. d. Buenos-Aires, V, 1896, p. 11-22).

(3) A. Gallardo : *La Carioquinesis* (An. d. l. Soc. Cientif. Argentina, XLII, 1896, p. 5-34).

Division directe et division indirecte anormale. — E. Sargant (1) a observé que dans le sac embryonnaire du *Lilium Martagon* les noyaux antipodes proviennent d'une division directe; dans une autre note (2) l'auteur montre que les deux premières divisions de ce sac embryonnaire ont lieu d'après le mode cariokinétique ordinaire; quant à la dernière division elle s'effectuerait suivant le mode indirect normal pour le noyau situé le plus près du micropyle et suivant le mode direct pour les trois autres.

H Dixon (3) a observé des cas semblables de division amitosique dans l'endosperme du *Fritillaria imperialis* où des noyaux anormaux atteignaient une taille de $0^{mm}2$ à $0^{mm}3$; ils se réduisaient en un grand nombre de parties après avoir acquis des prolongements ou pris une forme d'anneau; l'auteur a remarqué pour ces noyaux l'existence de transitions entre la division directe et la division indirecte. Les nucléoles disparaissent et il se constitue des chromosomes, mais la membrane nucléaire ne disparaît pas, il ne se forme pas de plaque nucléaire et les chromosomes ne subissent pas de division longitudinale. L'auteur a d'ailleurs observé, à côté de ces noyaux anormaux, d'autres noyaux parfaitement normaux; on ne peut donc attribuer les anomalies signalées à l'action des réactifs.

G. Galeotti (4) a obtenu par l'action de divers agents des divisions cariokinétiques anormales. L'action d'une température élevée sur l'épithélium de la Salamandre amène une division plus active avec des cariokinèses asymétriques et multipolaires, et une production de cellules hypochromatiques et hyperchromatiques. Ces phénomènes sont accompagnés de formes de dégénérescence, vacuolaires et pigmentaires.

Les éléments achromatiques du faisceau peuvent se rompre et amener des troubles dans l'orientation des chromosomes; ceux-ci eux-mêmes peuvent subir des altérations dans leur forme ou leur faculté de fixer les colorants.

---

(1) E. Sargant: *The formation of the sexual nuclei in Lilium Martagon* (Ann. of Bot, X, 1896, p. 445-477. Pl. XXII-XXIII).

(2) E. Sargant: *Direct nuclear division in the embryo-sac of Lilium Martagon* (Ann. of Bot., X, 1896, p. 107-8).

(3) H. H. Dixon: *Abnormal nuclei in the endosperm of Fritillaria imperialis* (Ann. of Botany, 1895, p. 665-666).

(4) G. Galeotti: *Ueber experimentelle Erzeugung von Unregelmässigkeiten des kariokinetischen Processes* (Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol., XX, 1896, p. 192-219, 2 Pl.).

L'auteur étudie de même l'action du courant électrique sur la division cellulaire.

Gerassimoff a montré en 1892 qu'on pouvait obtenir des cellules dépourvues de noyaux en soumettant des Algues, telles que les *Spirogyra* et les *Zygnema*, à une température inférieure à 0° ; une des cellules résultant d'une division se trouve sans noyau alors que l'autre en possède deux de dimensions égales ou inégales. Dans une nouvelle communication (1), le même auteur montre que les anesthésiques et d'autres substances chimiques peuvent également déterminer la production de cellules sans noyau.

2. Cytoplasma

Selon A. Meyer (2) les travaux de Terletzki (1884) et de Kienitz-Gerloff (1891) relatifs aux communications protoplasmiques qui existent entre les cellules, sont entachés d'une même erreur ; ces auteurs auraient pris pour de simples orifices des plages criblées. Terletzki a étudié ces communications, surtout dans le rhizôme du *Struthiopteris germanica;* en coupe transversale, la paroi des cellules présentait des ponctuations dont la cavité était remplie de protoplasma qui offrait un ou plusieurs filaments le mettant en relation avec le protoplasma de la cellule voisine ; tel est le cas de la ponctuation représentée par la figure 91 (1. *b*) où Terletzki voyait deux de ces filaments. Kienitz-Gerloff a repris la technique de Terletzki consistant à traiter les coupes par une solution d'iode dans l'iodure de potassium, puis par l'acide sulfurique concentré, et est arrivé à des conclusions concordant avec celle de son prédécesseur. Meyer montre que l'emploi de cette technique amène à une mauvaise interprétation des faits ; il le prouve en l'appliquant sur les cellules de la moelle du *Nerium Oleander;* la figure 93 représente une de ces cellules avec ses espaces intercellulaires (3. *i*) ; au centre on observe une cloison *q* parallèle à la section, dans la figure 94 (4) on a la même cellule après le traitement par l'iode et l'acide sulfurique ; les cloisons délimitant les espaces cellulaires se gonflent beaucoup et la cavité cellulaire devient étoilée ; chaque bras correspond, pour Meyer, aux soi-disant communications protoplasmiques des deux auteurs précédents ; elles sont en effet de même ordre de grandeur ; or ces bras ne communiquent pas directement entre eux de cellule à cellule, mais la communication protoplasmique s'effectue par un grand nombre de filaments extrêmement ténus, représentés dans les deux figures 95 (5).

---

(1) J. J. Gerassimoff : *Ueber ein Verfahren kernlose Zellen zu erhalten* (Moscou, 1896).

(2) A. Meyer : *Das Irrthümliche der Angaben über das Vorkommen dicker Plasmaverbindungen zwischen den Parenchymzellen einiger Filicinen und Angiospermen* (Ber. d. d. bot. Gesellsch., XIV, 1896, p. 154-158. Pl. XI).

P. **Klemm** (1) a étudié les phénomènes de désorganisation qu'on observe dans la cellule sous l'influence d'une température normale, trop haute ou trop basse, de la lumière, de l'électricité, de diverses substances chimiques, acides, alcalis, eau oxygénée, sels métalliques, alcools, phénol, couleurs d'aniline, et considère successivement l'action de ces agents sur la configuration du protoplasma sur sa structure interne, sur le noyau et le suc cellulaire.

Il n'existe aucun caractère spécial de désorganisation s'appliquant à une force ou à une substance. Les modifications qu'elles entraînent sont essentiellement les suivantes : collapsus du protoplasma, puis modifications apparaissant dans sa configuration, changement dans le contour, dislocation du protoplasma et finalement transformation de la structure interne.

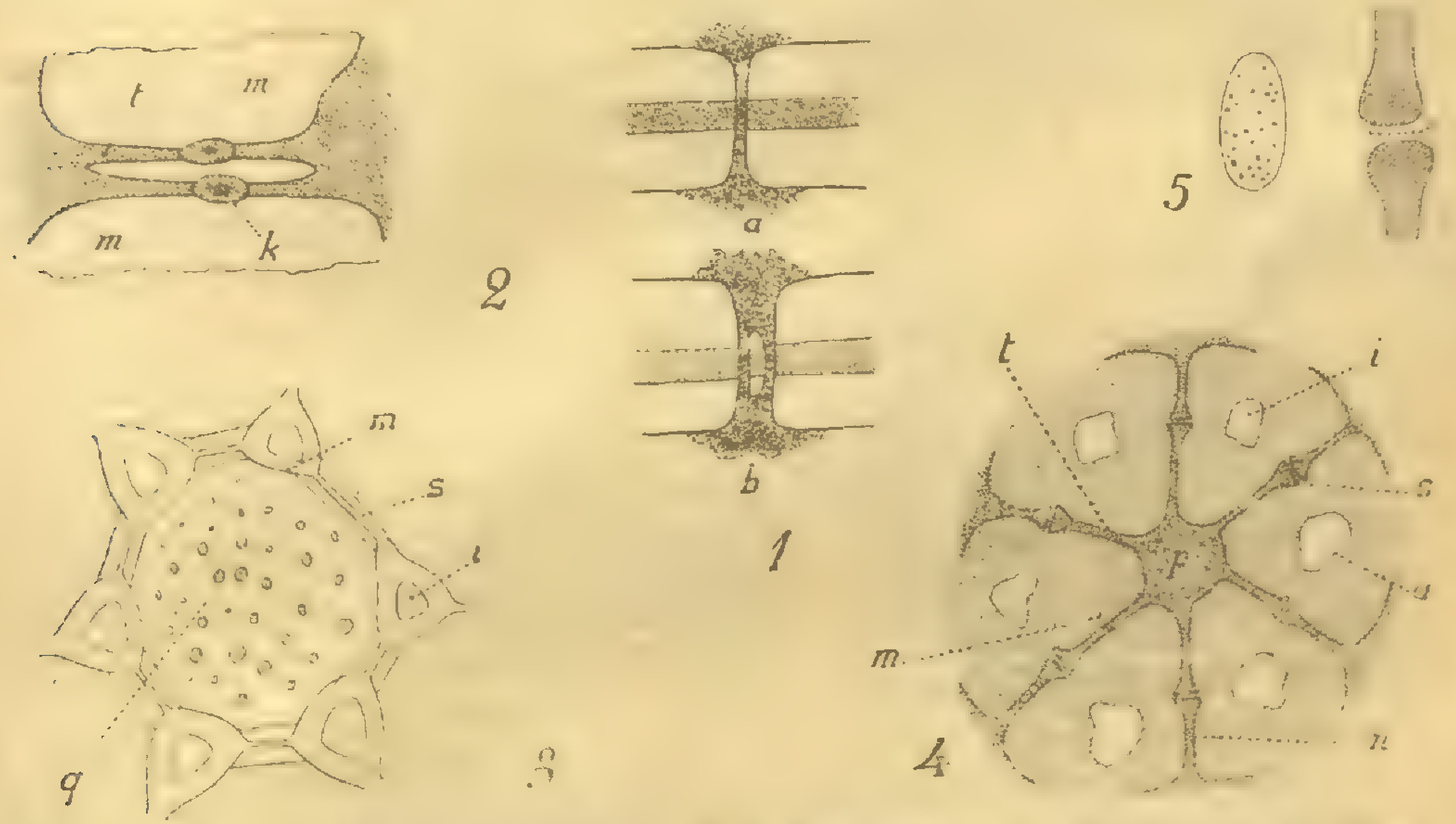


Fig. 91 à 95. — 1 et 2 (d'après Kienitz-Gerloff). Cellules du parenchyme du *Struthiopteris germanica* (Gr. = 1000), où existent, d'après Kienitz-Gerloff, une communication protoplasmique en *a*, deux en *b*. 3 : cellule de l'écorce du *Nerium Oleander* ; *i*, espace intercellulaire ; *q*, cloison parallèle à la section. 4 : la même cellule après traitement par l'iode, l'acide sulfurique : *t*, bras de la cellule pris par Kienitz-Gerloff pour des communications protoplasmiques. 5 : un de ces bras à part ; la cloison *s* de la figure 4 est vue à gauche de face, à droite de côté (G = 1500). Les figures 3-5 d'après Meyer).

Les changements de configuration apparaissent surtout sous l'action rapide d'agents tels que l'électricité, l'acide oxalique, les alcalis assez concentrés. Les modifications internes du protoplasma peuvent se ramener à 3 types : 1° On peut observer la formation de corps ayant différentes formes ; le plus souvent ce sont des granulations qui sont assez semblables aux granulations normales (action typique des acides) ; ces granulations peuvent se grouper en chaînes, réseaux, formations dendritiques, fibreuses. 2° Il se produit en second lieu dans le protoplasma des phénomènes de dissolution qui se traduisent par la formation de vacuoles ; par suite de cette vacuolarisation le protoplasma peut être complètement transformé en une sorte d'émulsion dont les éléments peuvent atteindre une taille considérable, mais peuvent aussi rester à peine perceptibles aux observations microscopiques ; ce sont surtout les alcalis et les courants électriques qui produisent cette modification. 3° Il peut enfin se produire une coagulation du protoplasma et se constituer des vacuoles qui sont moins grandes et moins nombreuses que les précédentes ; cela arrive surtout par suite d'actions mécaniques. Les modifications que subit le noyau sont tout à fait comparables à celles que subit le protoplasma.

---

(1) S. Klemm : *Desorganisationerscheinungen der Zelle* (Jahrb. f. w. Bot. XXVIII, 1895, p. 627-700. Pl. VIII-IX).

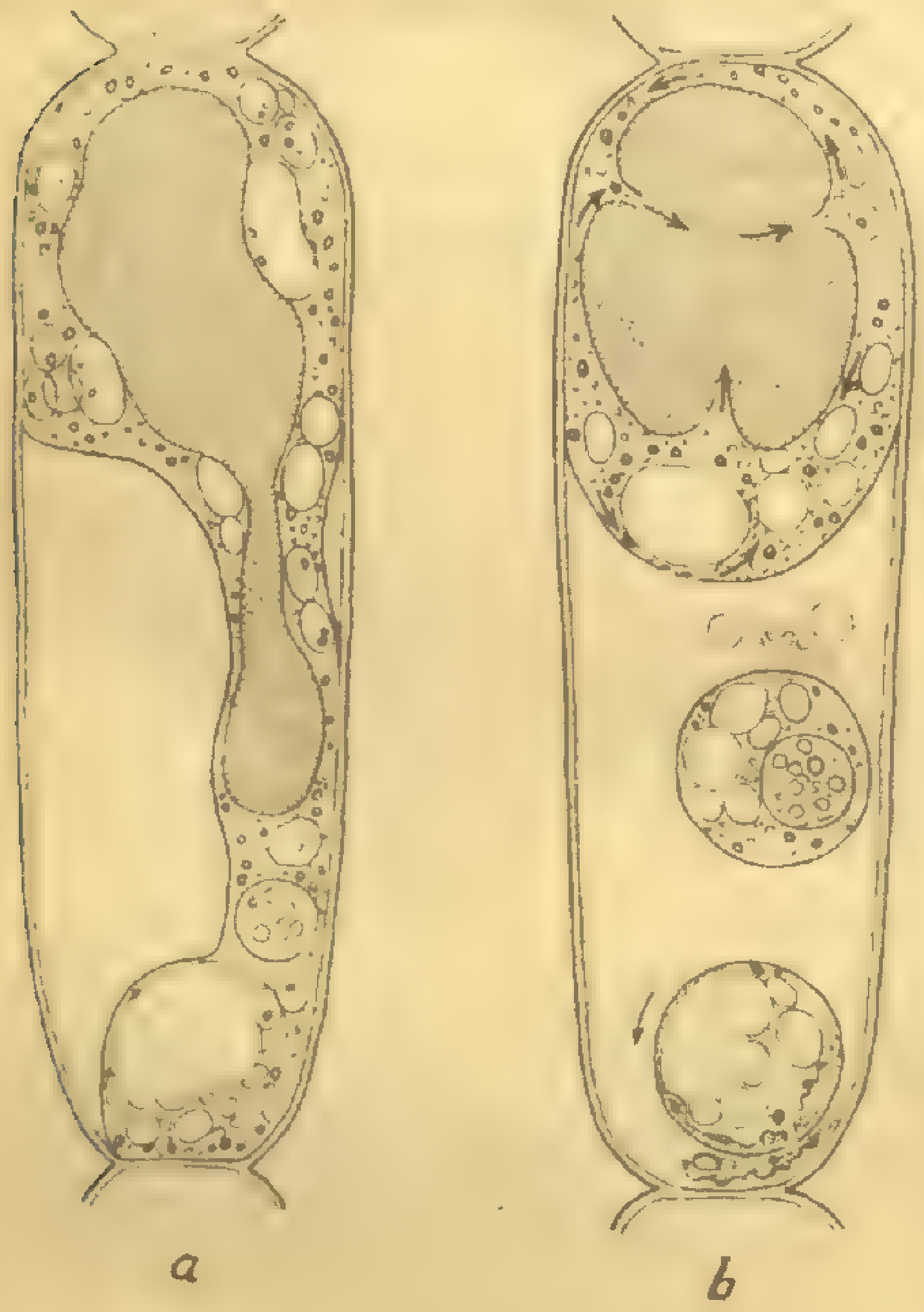


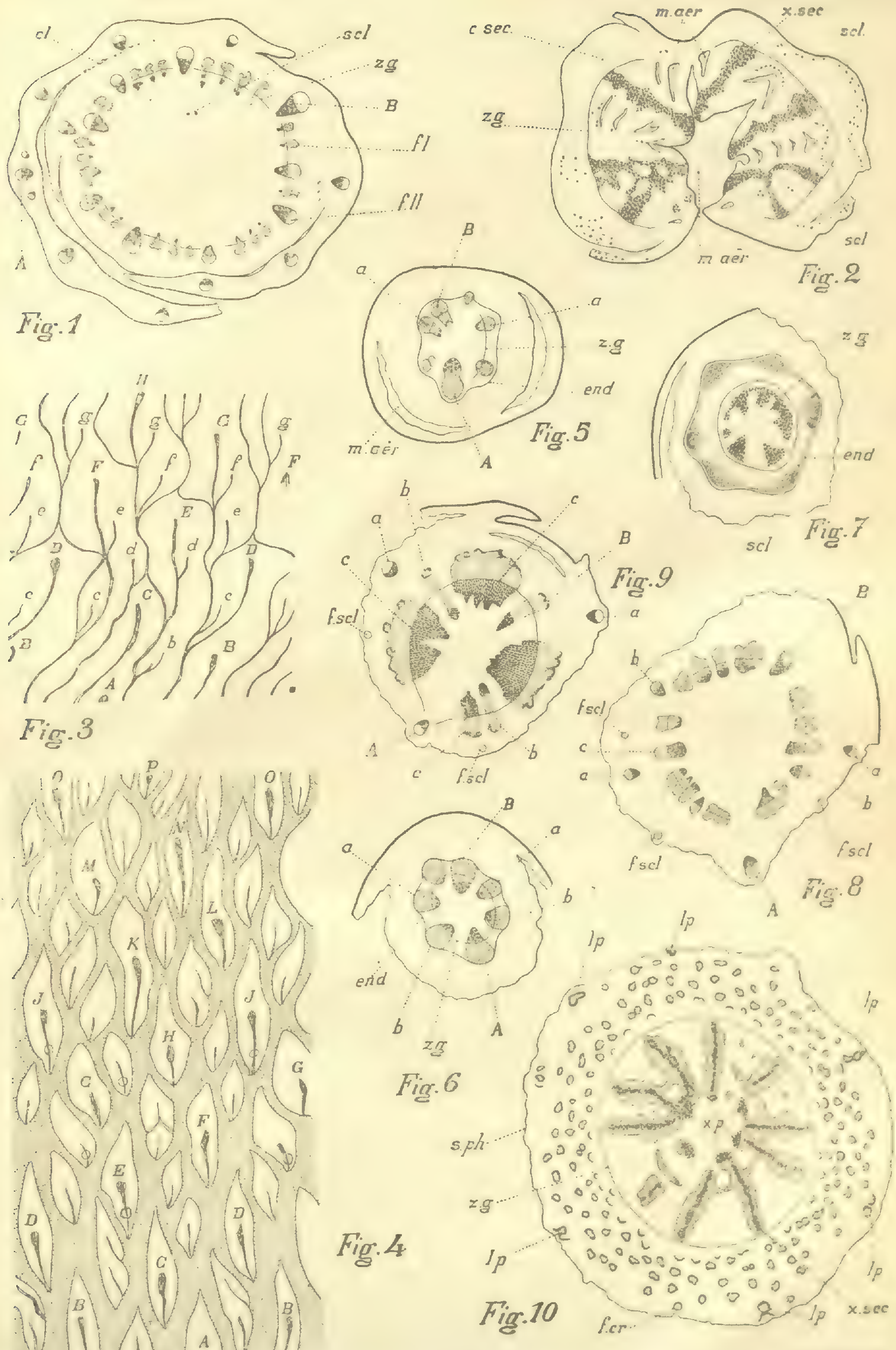
Fig. 96 et 97. — Cellules de poils staminaux de *Tradescantia virginica* électrisées : *a* aussitôt après l'électrisation, *b* après un courant d'une durée de 15 minutes (d'après Klemm).

Tous ces phénomènes présentent une grande variété ; ils dépendent de l'agent et aussi de la rapidité de son action ; les structures réticulaires, fibrillaires, alvéolaires, qui ont été signalées par les différents auteurs pour le protoplasma, ont été obtenus par Klemm expérimentalement ; ce ne sont que différents états qu'un même protoplasma peut présenter.

(*A suivre*). **M. Molliard.**

---

425 — Lille. Imp. Le Bigot frères Le Gérant : Th. Clerquin.


cl
scl
zg
B
fl
fll
A
Fig.1
m.aer
x.sec
c sec.
scl.
zg
scl
m aer
Fig.2
B
a
a
z.g
end
m.aer
A
Fig.5
z.g
end
scl
Fig.7
G
g
H
g
C
g
f
F
f
f
F
e
e
E
e
D
d
d
D
c
c
C
c
B
b
B
A
Fig.3
b
c
a
B
c
Fig.9
a
f.scl
A
c
f.scl
b
B
b
fscl
c
a
a
b
fscl
fscl
A
Fig.8
B
a
a
b
end
b
zg
A
Fig.6
lp
lp
lp
x p
s.ph
z.g
lp
lp
f.cr
lp
x.sec
Fig.10
P
O
O
N
M
L
K
J
J
H
G
G
F
E
D
D
C
B
B
A
Fig.4

Ed. de Janczewski del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Tiges des Anémones

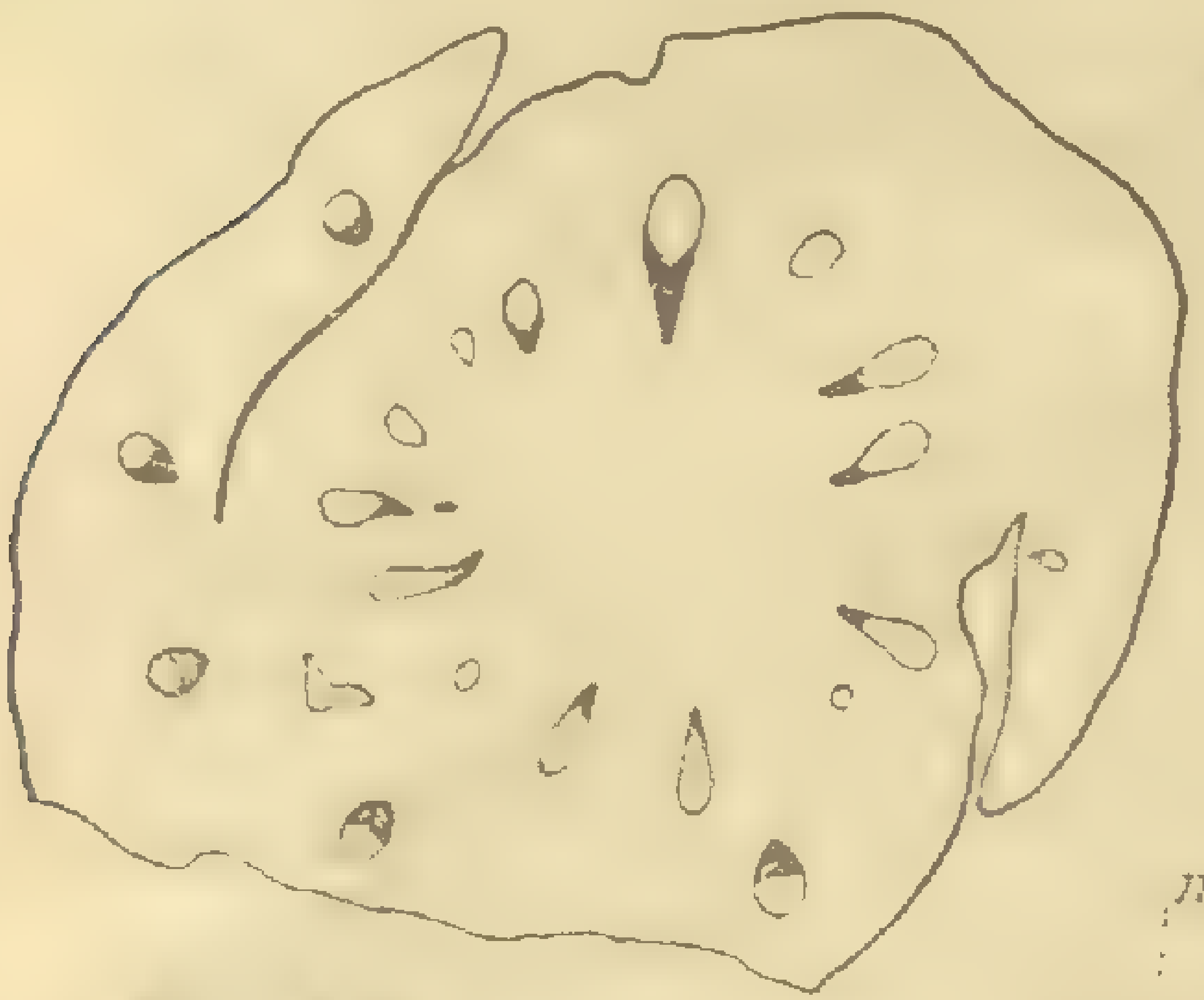


Fig. 14

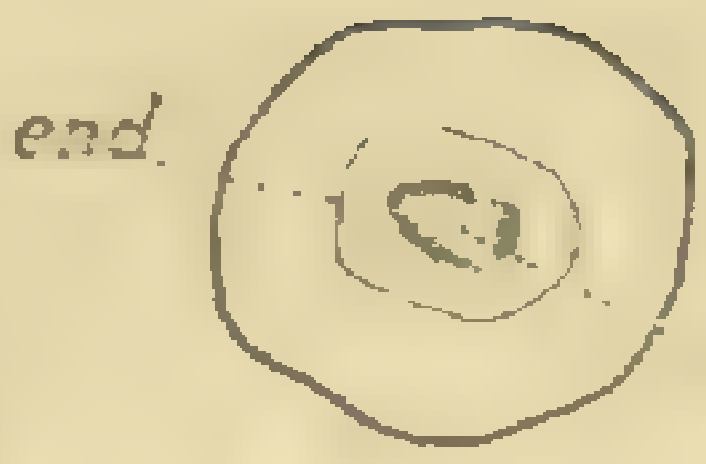


Fig. 12

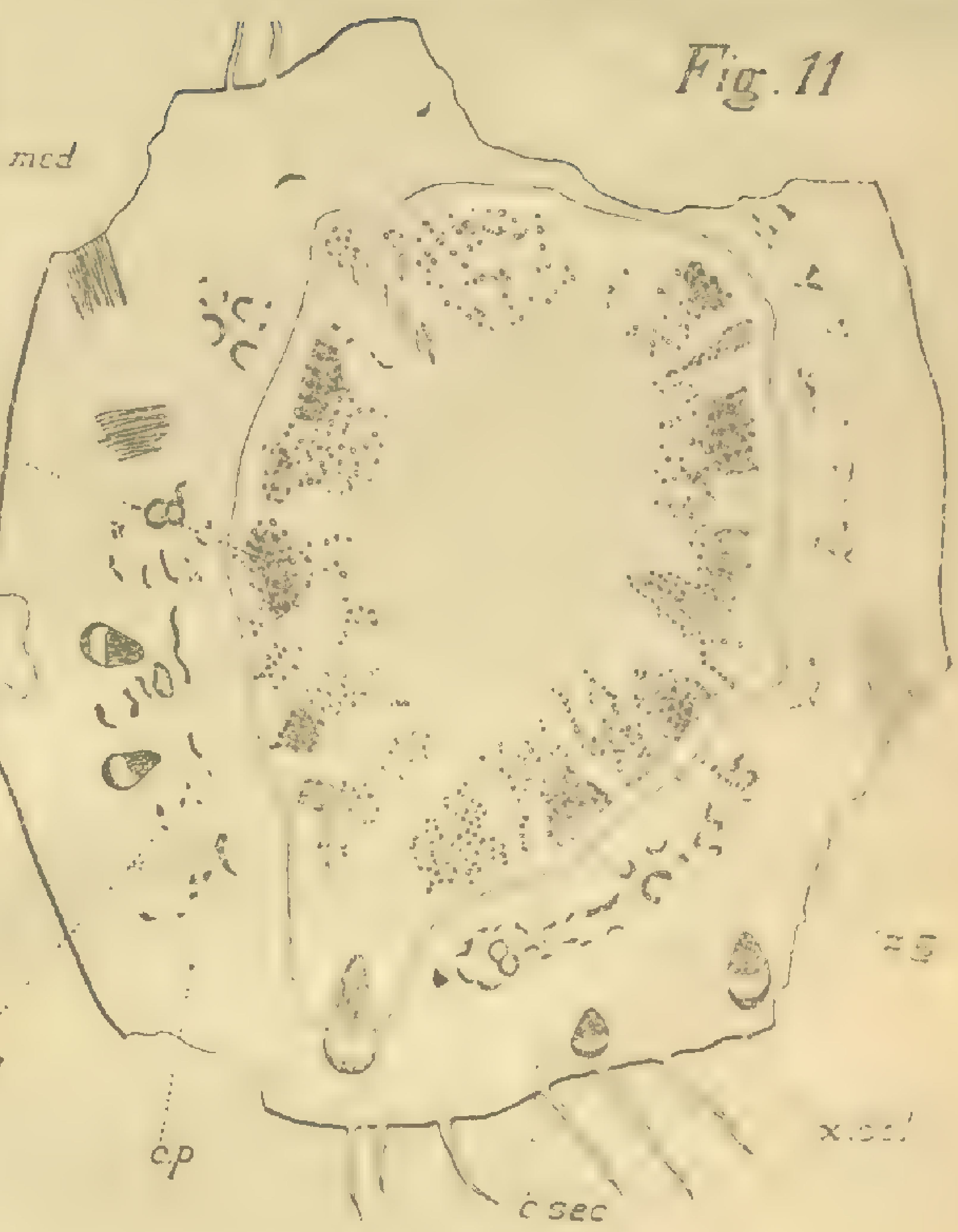

x scl.
scl
c.p
c sec
x.scl
z g

Fig. 11

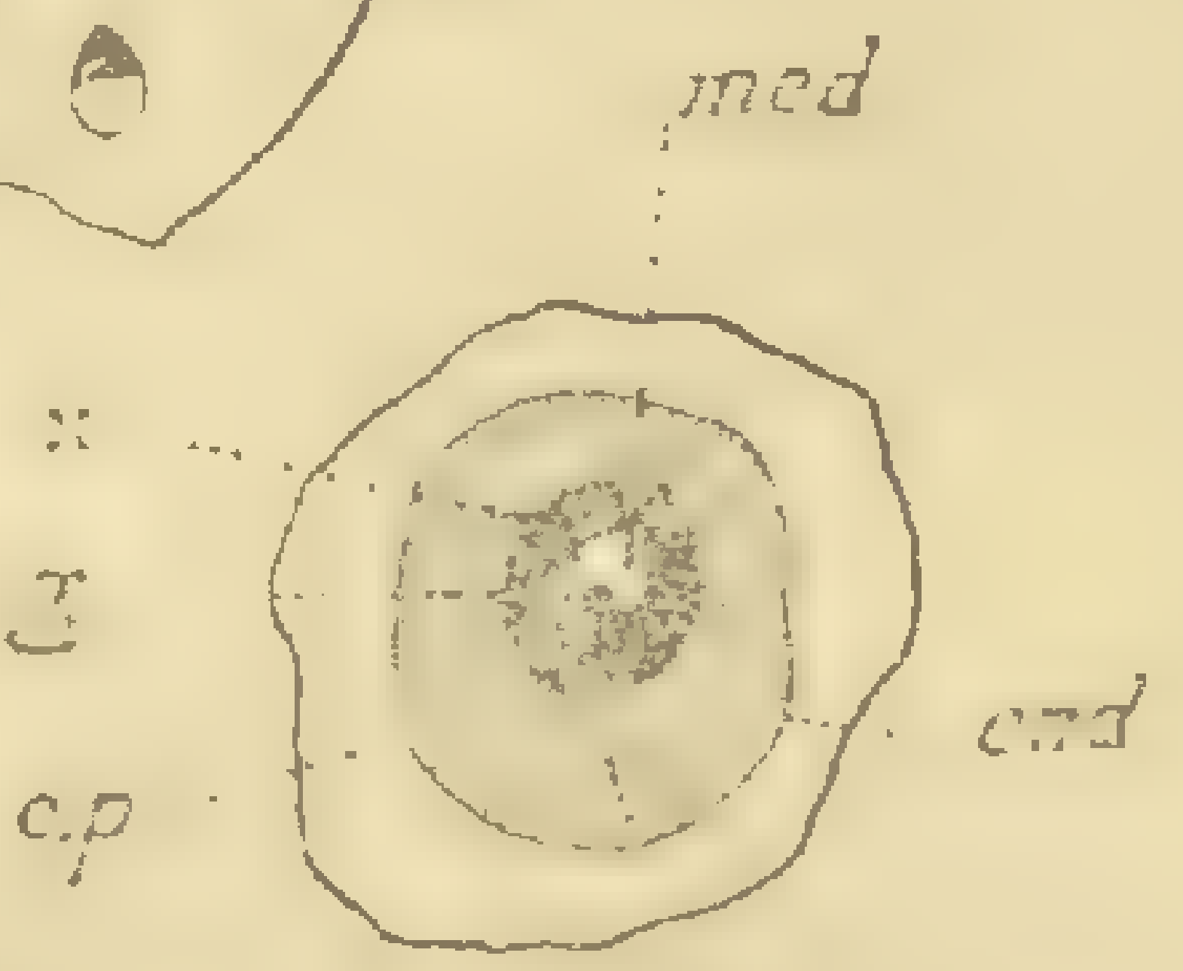

med
x
z g
c.p
end

Fig. 13

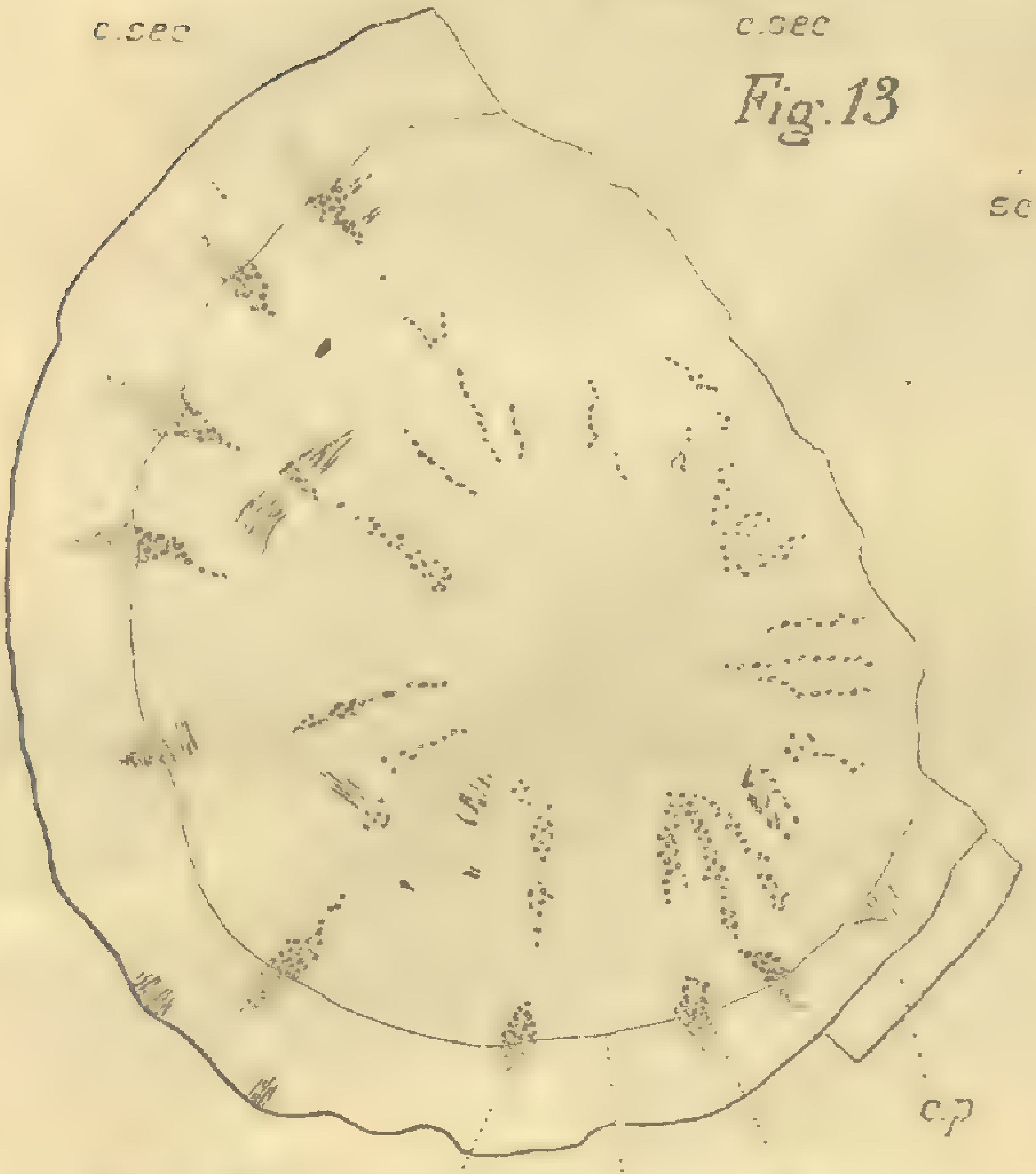

c.sec
c.sec
c.p
x
zg
l

Fig. 15

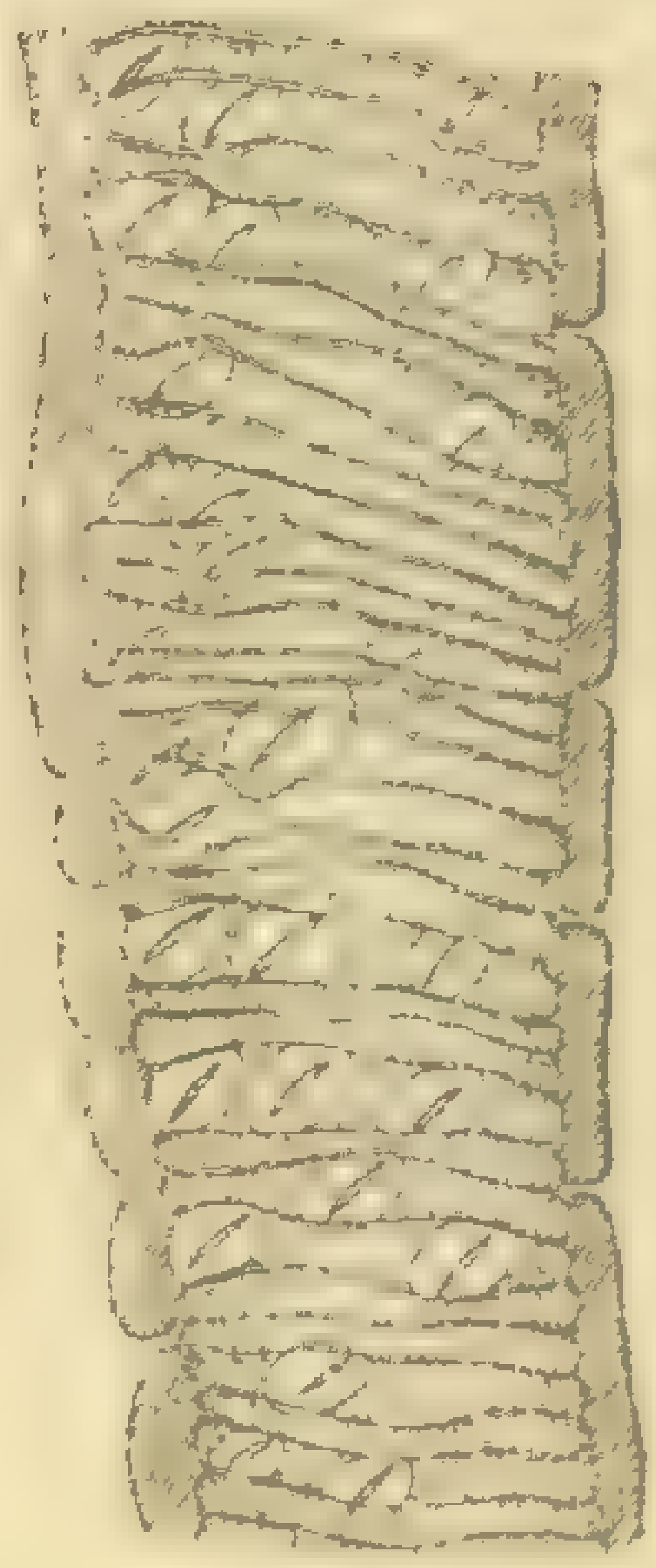


Fig. 18

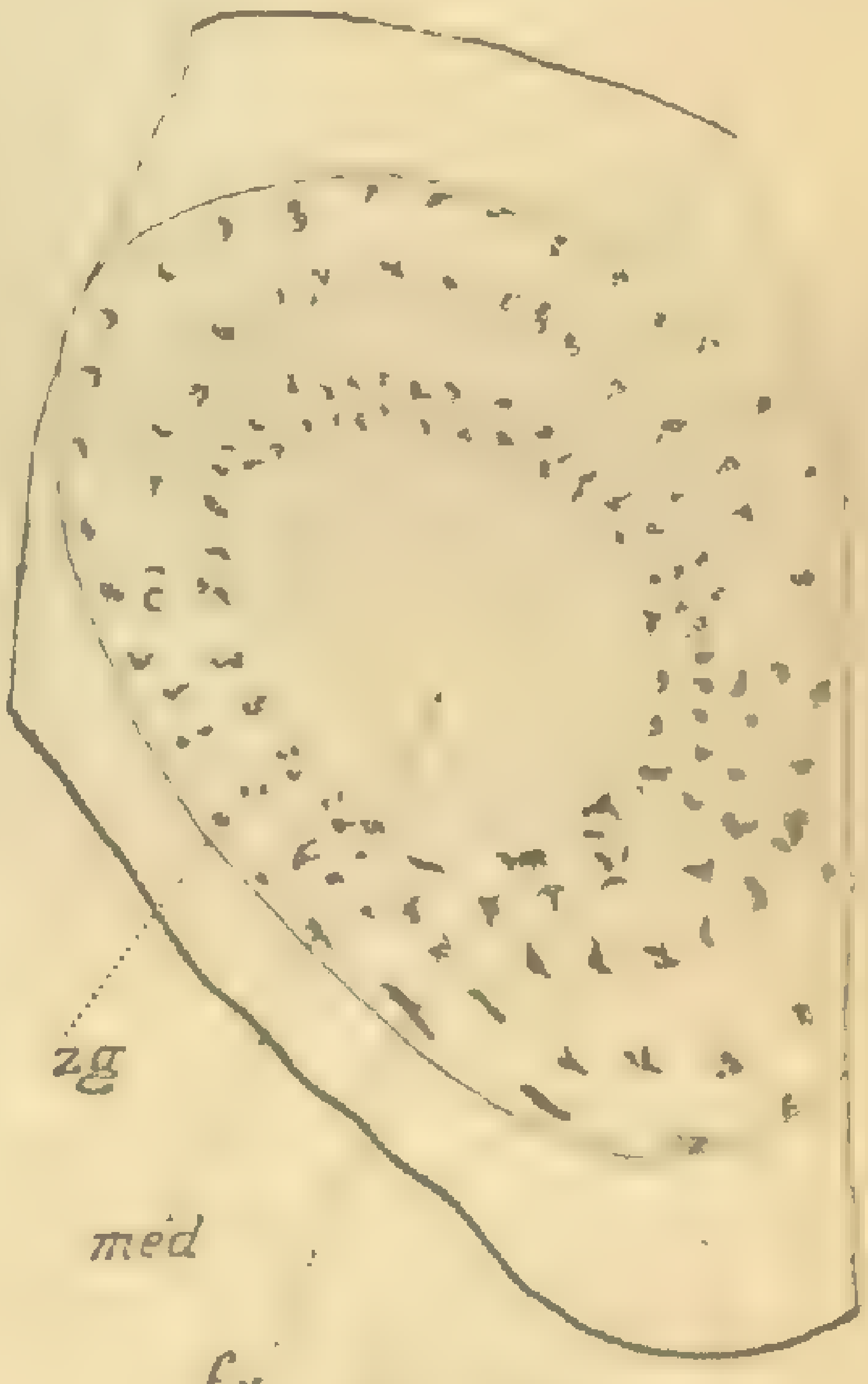


Fig. 16

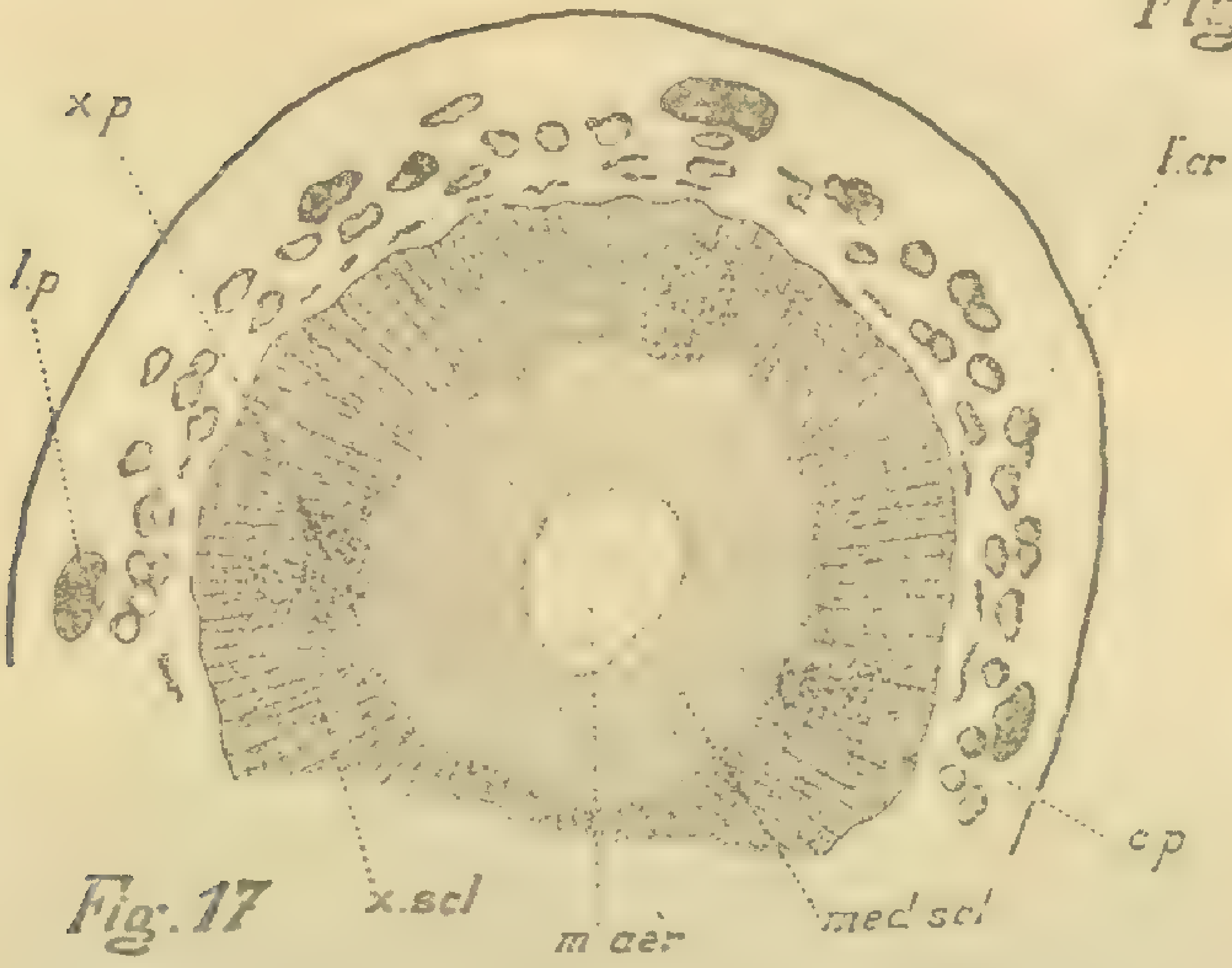

x p
l p
f.cr
c p
x.scl
m aèr
méd scl

Fig. 17

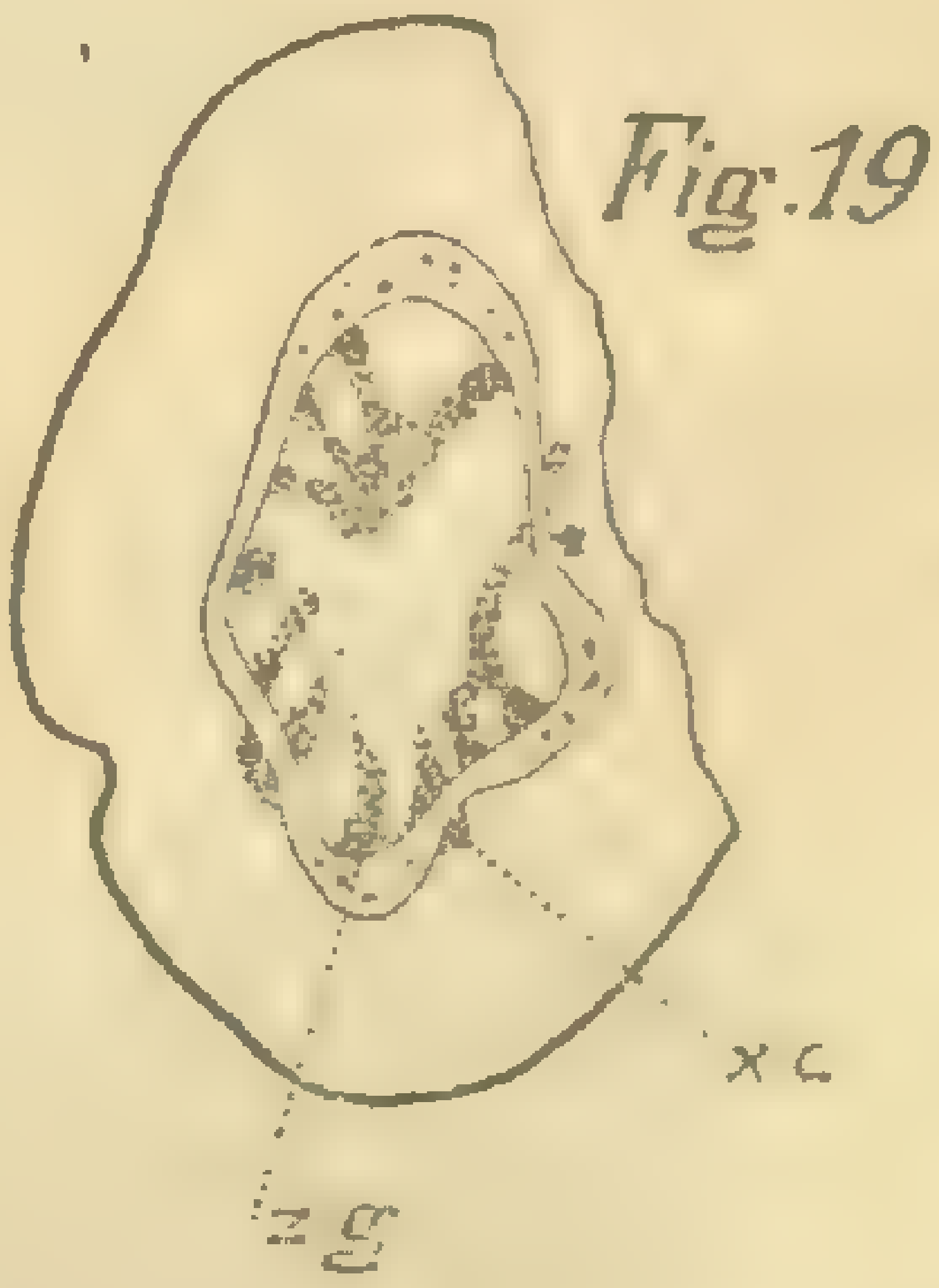


Fig. 19

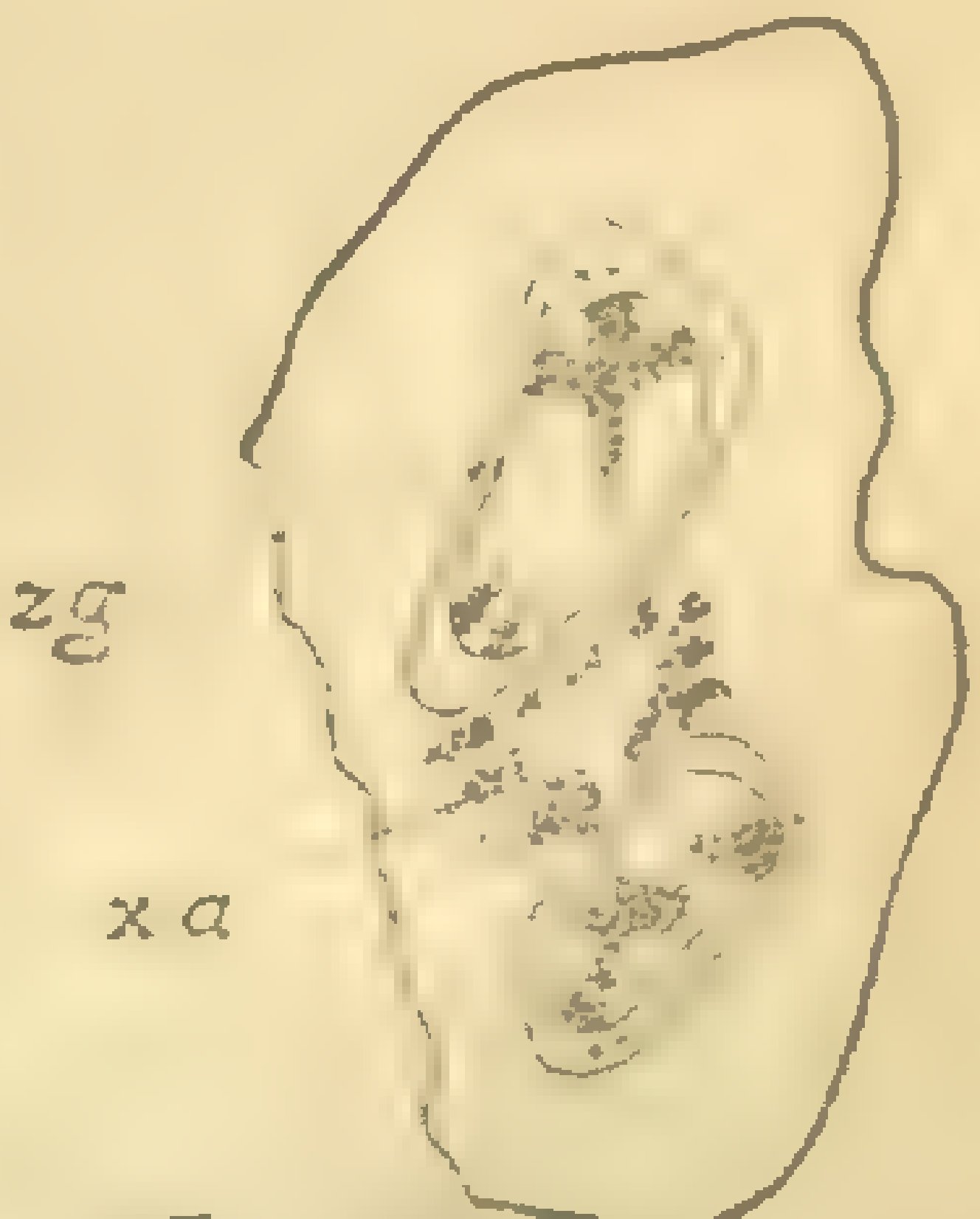


Fig. 20

Ed. de Janczewski del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Tiges des Anémones

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne. 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

G. Hörman : *Studien über die Protoplasmaströmung bei den Characeen* (Iena, Fischer, 1898).

Ant. Magnin et Fr. Hétier : *Observations sur la flore du Jura et du Lyonnais* (Besançon. Dodivers, 1894-1897).

Oudemans : *Contributions à la flore mycologique des Pays-Bas* (Nederlandsch Kruidk. Archief, 2e série, VI).

— *Beiträge zur Pilzflora der Niederlande* (Hedwigia, Bd. XXXVII, 1898).

Schaw : *The Fertilization of Onoclea* (Annals of Botany, N° XLVII, 1898).

Ward *Some Thames Bacteria* (Ibid.).

Hill : *On the Roots of Bignonia* (Ibid.)

Barber : *Cupressinoxylon vectense* (Ibid.).

Ewart : *The Action of Cold and of Sunlight upon Aquatic Plants* (Ibid.).

Scott and Sargant : *On the Developpement of Arum maculatum from the Seed* (Ibid.).

Charles Richet : *Dictionnaire de Physiologie*, 3e fascicule du tome III (Paris, Alcan, 1898).

Marion et Laurent : *Examen d'une collection de végétaux fossiles de Roumanie* (Bucarest, 1898).

Nawaschin : *Uber das Verhalten des Pollenschlauches bei der Ulme* (Bull. de l'Académie imp. des Sciences de St-Pétersbourg, mai 1898).

Fl. Tassi : *Le Proteacee, in specie dello Stenocarpus sinuatus Endl. (Studio anatomo-morfologico comparativo)* (Bull. del Laboratorio ed Orto botan. di Siena, fasc. 2-3, 1898).

Hansen : *Recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcooliques. IX, Sur la vitalité des ferments alcooliques et leur variation dans les milieux nutritifs et à l'état sec* (Compte-rendu des travaux du Laboratoire de Carlsberg, 4° vol., Copenhague, 1898).

Holtermann : *Mykologische untersuchungen aus den Tropen*, avec douze planches (Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1898).

Chodat : *Etudes de biologie lacustre. — Sur les Algues perforantes d'eau douce ; Les galets sculptés du rivage des lacs jurassiques ; Sur les Algues littorales du lac Léman* (Bull. de l'Herbier Boissier, vol. VI, N° 6, 1898).

Smith : *A contribution to the life history of the Pontederiaceæ* (Botanical Gazette, vol. XXV, Chicago, 1898).

Lyon : *A contribution to the life history of Euphorbia corollata* (Ibid.).

Worsdell : *The Vascular Structure of the Sporophylls of the Cycadaceæ* (Annals of Botany, vol. XII, 1898).

— *The comparative Anatomie of certain Genera of the Cycadaceæ* (Linnean Society's Journal. Botany, vol. XXXIII, 1898).

Jeffrey : *The Gametophyte of Botrychium virginianum* (Transactions of the Canadian Institute, 1897).

Terracciano : *I nettarii estranuziali nelle Bombacee* (Contribuzioni alla biologia vegetale, vol. II, fasc. II, Palerme, 1898).

Longo : *Esiste cromatolisi nei nuclei normali vegetali ?* (Annuario del R. Instituto Bot. di Roma, vol VII, 1898).

Cavara : *Brevi osservazioni alla critica massa al mio lavoro « Intorno ad alcune strutture nucleari » dal Signor Dott. B. Longo colla nota « Esiste cromatolisi nei nuclei vegetali »* (Florence, 1898).

Peirce : *On the Mode of Dissemination and on the Reticulations of Ramalina reticulata* (Botanical Gazette, juin 1898).

— *Fixing and Imbedding Lichens* (Journal of applied Microscopy, vol. I, N° 6).

Farlow : *Some edible and poisonous Fungi* (U. S. Department of Agriculture, N° 15, Washington, 1898).

Fernald : *The Genus Antennaria in New England* (Proceedings of the Boston Society of Natural History, vol. 28, N° 8, 1898).

— *Notes upon some Northwestern Castilleias of the parviflora Group* (Erythea, vol. VI, N° 5, 1898).

Greenman : *Revision of the Mexican and Central American Species of Galium and Relbunium* (Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, vol. XXXIII, N° 25, 1898).

— *Diagnoses of New and Critical Mexican Phanerogams* (Ibid.).

Jönsson und Olin : *Der Fettgehalt der Moose* (Lunds Universitets Arsskrift, Band 34, Afdeln 2, N° 1, 1898).

Jönsson : *Iakttagelser öfver tillväxtrikningen hos Mossorna* (Ibid., N° 4).

Ule : *Relatorio de uma excursào botanica feita na Serra do Itatiaia* (Revista do Museu Nacional do Rio de Janeiro, vol. I, 1896).

Hiratsuka : *Notes on some Melampsoræ of Japan, II* (Botanical Magazine. Tokyo, vol. XII, N° 134, 1898)

Moll : *Einige Verbesserungen am Mikrotom Reinhold-Giltay* (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und für microskopische Technik, Band XV, 1898)

Klöcker und Schiönning : *Noch einmal Saccharomyces und Schimmelpilze* (Centralblatt für Bacteriologie, Parasitenkunde und Infeksionskrankheiten, Band IV, 1898).

Robinson : *A new species of Apios from Kentucky* (Botanical Gazette, 1898).

Swingle und Webber : *Hybrids and their utilization in plant breeding* (Yearbook of Department of Agriculture U. S., 1897).

Sirrine : *A spraying mixture for cauliflower and Cabbage worms* (New-York Agricultural Experiment Station, N° 144, 1898).

Fink : *The rock Lichens of Taylors Falls* (Minnesota Botanical Studies, Second Series, Part I, 1898).

Pound and Clements : *A method of determining the abandance of secundary species* (Ibid.).

Tilden : *List of fresh-water algæ collected in Minnesota during 1896 and 1897* (Ibid.).

Heller : *Corrections and additions to the flora of Minnesota* (Ibid.).

— *New and interesting species from New Mexico* (Ibid.).

Holzinger : *Some Musci of the International Boundary* (Ibid.).

Sandstein : *The influence of gases and vapors of the growth of plants* (Ibid).

---

325. — *Lille. — Imp. LE BIGOT Frères.*

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Décembre 1898

N° 120 ✓

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

AVIS. — Ce numéro renferme la couverture du volume de 1898

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour 1899 en envoyant la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger), à M. PAUL DUPONT, 4, rue du Bouloi, Paris. Dans le cas contraire, l'Éditeur fera présenter une quittance par la poste, le 15 Janvier 1899.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1898

I. — ÉTUDE SUR LE *PUCCINIA RIBIS* DC. DES GROSEILLIERS ROUGES (avec une planche), par **M. Jakob Eriksson** 497

II. — ÉTUDES MORPHOLOGIQUES SUR LE GENRE *ANEMONE* L. Chapitre quatrième : La Tige (avec planches), par **M. Edouard de Janczewski** *(fin)* . 507

III. — RECHERCHES SUR LES RÉSERVES HYDROCARBONÉES DES BULBES ET DES TUBERCULES (avec figures dans le texte), par **M. Leclerc du Sablon** *(fin)* 519

IV. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES CHAMPIGNONS, publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 (avec figures dans le texte), par **M. L. Matruchot** *(suite)* 539

V. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE parus en 1895 et 1896 (avec figures dans le texte), par **M. Marin Molliard** *(suite)* 546

VI. — TABLES DU VOLUME DE 1898 558

VII. — TABLE DES DIX PREMIERS VOLUMES 567

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 18. — *Tiges des Anémones.*
PLANCHE 19. — *Tiges des Anémones.*
PLANCHE 20. — *Puccinia Ribis* DC. sur *Ribes rubrum.*

Cette livraison renferme en outre six gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

ÉTUDE SUR LE *PUCCINIA RIBIS* DC.

DES GROSEILLIERS ROUGES

par M. Jakob ERIKSSON.

En été 1896 j'ai reçu d'un agriculteur de Blekinge (Suède méridionale) des branches de Groseillier rouge (*Ribes rubrum*), dont les feuilles et les fruits étaient attaqués par une sorte de rouille. L'envoi était accompagné d'une lettre, avec un rapport sur l'apparition de la maladie, dans laquelle on me demandait la cause de la maladie et les moyens de la combattre. Les arbrisseaux malades croissaient à part dans une partie spéciale du jardin ; les années précédentes on n'avait observé la maladie sur aucun arbrisseau et actuellement on ne voyait rien sur les Cassis (*Ribes nigrum*).

Les feuilles malades présentaient l'aspect que représente la figure 1 (Pl. 20). Elles étaient couvertes à la surface supérieure de taches noires formées par des groupes de spores. Ces taches étaient nombreuses et dispersées, et chaque tache était entourée d'un cercle clair, presque blanc. La surface inférieure n'avait aucun groupe de spores.

Les baies, qui étaient déjà presque mûres, portaient des taches (fig. 2, Pl. 20) semblables à celles qui se trouvaient à la surface supérieure des feuilles.

Les spores (fig. 3, Pl. 20), qui avaient 27 à 31 μ de longueur et 11 à 13 μ de largeur, étaient composées de deux loges et appartenaient à l'espèce de rouille, qui est connue sous le nom de *Puccinia Ribis* DC.

En m'adressant à l'expéditeur de l'échantillon j'appris que les arbrisseaux malades étaient environ au nombre de quarante ; qu'ils avaient crû au même endroit depuis 19 ans ; qu'ils provenaient d'arbrisseaux anciens du jardin dans lequel on avait planté, il y a environ dix ans, d'autres arbrisseaux de la même sorte provenant de Gothembourg, parfaitement sains au même moment, et qu'aucune maladie n'était visible sur les Cassis ni sur les Groseilliers à maquereau, mais seulement sur les Groseilliers blancs du jardin. En outre mon correspondant admet comme possible que la maladie existait déjà pendant les années précédentes, quoique peut-être à un degré si faible qu'elle avait échappé à l'attention.

Le champignon, dont il s'agit ici, a été découvert sur le *Ribes rubrum* en France et décrit pour la première fois par A. P. de Candolle (1) en 1805. Ensuite il a été observé en plusieurs endroits de l'Europe centrale et septentrionale non seulement sur le *R. rubrum*, mais aussi sur les *R. Grossularia*, *R. nigrum*, *R. alpinum* et *R. petræum*.

En Suède le champignon est mentionné en 1886 par C. J. Johansson (2) sur le *Ribes rubrum* des régions montagneuses de Jämtland et d'Herjedalen.

En 1889, G. Lagerheim (3) en distingua deux formes, toutes deux sur le *R. rubrum*.

L'une α présente des groupes de spores entourés d'une zone rouge et d'une zone jaune; les spores sont arrondies aux deux extrémités et revêtues d'une membrane très brune, épaisse, mais ne présentent au sommet de la spore que très peu ou point d'épaississement spécial; les spores ont de 24 à 33 μ de longueur et de 18 à 21 μ de largeur.

L'autre forme β *papillifera*, présente des groupes de spores entourés seulement d'une zone jaune; les spores sont plus longues et plus étroites et vont en se rétrécissant vers les extrémités; elles sont revêtues d'une membrane plus mince et papilleuse au sommet, et ont de 30 à 36 μ de longueur et de 15 à 18 μ de largeur. La première de ces formes venait de la Norvège (Osterdalen), l'autre de l'Amérique du Nord (Nipagon en Canada).

Des ravages comme ceux décrits plus haut ont été mentionnés en Danemark (Jylland) par E. Rostrup (4) en 1890 et dans le duché de Bade par C. Bach (5) en 1891.

---

(1) J.-B. de Lamarck et A. P. de Candolle : *Flore Française*, T. 2, p. 221, Paris, 1805.

(2) C. J. Johansson : *Peronosporeerna, Ustilagineerna och Uredineerna i Jämtlands och Herjedalens fjälltrakter* (Botaniska Notiser, 1886, p. 171).

(3) G. Lagerheim : *Ueber einige neue oder bemerkenswerthe Uredineen.* (Hedwigia, 1889, p. 107).

(4) E. Rostrup : *Oversigt over de i 1890 indlöbne Forespörgsler angaaende Sygdomme hos Kulturplanter.* (Tidskr. f. Landoek, Köpenhamn, 1891, sep. p. 15).

(5) C. Bach : *Schädliche Insekten an Johannisbeeren.* (Wochenblatt d. landw. Ver. im Grossh. Baden, 1891, p. 352; cit. Zeitschr. f. Pfl. Krankh., 1891, p. 232).

Assez longtemps on s'est demandé si ce champignon pouvait être une forme alternante d'*Æcidium Grossulariae* Pers., champignon qui a été observé fréquemment sur le *R. Grossularia* en Suède et sur les *R. Grossularia*, *R. rubrum*, *R. nigrum*, *R. alpinum*, *R. aureum*, *R. rotundifolium* dans l'Europe centrale et septentrionale et dans l'Amérique du Nord et l'Asie du Nord. C'est pourquoi l'on voit souvent cet *Æcidium* rangé comme un état de développement du *Puccinia Ribis* (1). D'autre part la justesse d'une telle réunion a été niée en vertu de ce que les deux formes se rencontrent souvent en des endroits différents dans la nature. En Suède une telle dénégation a été donnée par C. J. Johansson, parce que le *Puccinia Ribis* se rencontre dans les régions montagneuses de Jämtland et d'Herjedalen, tandis que l'*Æcidium Grossulariae* y manque tout à fait.

On est parvenu à une certitude complète sur ce point, au moins à l'égard des formes du champignon qui se trouvent en Allemagne, d'abord par les expériences de H. Klebahn pendant les années 1893-97. Il résulte de ces essais que l'*Æcidium* du *Ribes Grossularia*, *R. rubrum* et *R. aureum* est une forme alternante du *Puccinia Pringsheimiana* Kleb, qui vient sur les *Carex acuta* et *C. Goodenoughii* (2), pendant que le *R. nigrum* paraît porter deux formes d'*Æcidium*, différentes entre elles, l'une correspondant au *Puccinia Magnusii* Kleb. des *Carex riparia* et *C. acutifolia*, l'autre forme au *Puccinia Ribis-nigri acutae* Kleb. du *Carex acuta* (3).

Quelquefois on a émis aussi le soupçon (4) que le *Puccinia Ribis* correspond au *Cæoma Ribesii* Lk., champignon qui apparaît très communément en Suède sur le *R. alpinum* et sur les *R. alpinum*, *R. Grossularia*, *R. rubrum*, *R. nigrum*, *R. atropurpureum* dans l'Europe centrale et septentrionale et dans l'Asie du Nord. L'inexactitude d'une telle opinion a été démontrée par P. Nielsen et Rostrup (5), qui ont trouvé par des essais de culture, que ce champignon est un état de développement du *Melampsora Hartigii* Trüm, qui vient sur les *Salix mollissima*, *S. viminalis*, *S. pruinosa* et *S. daphnoides* (1).

---

(1) On trouve une telle réunion encore en 1896, chez A. B. Frank : *Die Krankheiten der Pflanzen.* Aufl. 2, Bd. 2, p. 156.

(2) H. Klebahn : *Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen*, II, Bericht (1893). (Zeitschr. f. Pfl. Krankh. 1894, p. 85-86). — III. Bericht (1894) (Ib., 1895, p. 76-79).

(3) H. Klebahn : *Kulturversuche*, etc., V. Bericht (1896) (Ib., 1896, p. 325-332). — *Vorläufiger Bericht über Kulturversuche mit heteröcischen Rostpilzen*, Ib., 1897, p. 129.

(4) P. A. Karsten : *Mycologia fennica* (P. 4, Bidrag t. Kän af Finl. Nat. o. Folk, H. 31, Helsingfors, 1879, p. 38).

(5) E. Rostrup: *Nogle nye iakttagelser angaaende de heteroeciske Uredineer* (Overs. ov. d. K. D. Vid. Selsk. Forh : 1884 (sep. p. 13)).

D'après tout ce qui a été cité jusqu'ici de la bibliographie, on peut inférer comme probable que le *Puccinia Ribis* est un champignon indépendant, qu'on doit le ranger dans le sous-genre *Micropuccinia*, qui n'a que des téleutospores. Cependant on ne pouvait atteindre la certitude que par des essais spéciaux de culture car on peut admettre la possibilité que ce champignon soit hétéroïque.

Pour arriver à une certitude sur ce point et apprendre de quelle manière ce champignon survit et se multiplie d'une année à l'autre, et par là obtenir un point de départ pour le combattre heureusement, je me décidai à commencer en automne 1896 quelques essais de culture avec ce champignon.

Peu après la réception de l'envoi mentionné plus haut, au commencement du mois d'août, des spores du champignon étaient mises, pour germer, chaque jour dans de petits vases de terre, remplis d'eau. Ces essais restèrent sans résultats, même dans le cas (Tableau 1), où les spores avaient été refroidies dans un appareil spécial (une armoire de congélation) (2), où la température était maintenue entre — 5° et — 11° C pendant 7 heures. Trois jours après aucune germination ne s'était produite. Il est évident que les spores avaient besoin (comme on le suppose, en rattachant ce champignon au sous-genre *Micropuccinia*) d'un certain temps de repos. C'est pourquoi des feuilles sporifères furent mises dans un châssis du jardin expérimental de la station, le 13 octobre 1896, pour y passer l'hiver. Le 17 avril 1897 elles étaient placées dans le laboratoire, où elles étaient conservées ensuite dans un pot en verre ouvert.

Pendant le mois de mai de 1897 des essais de germination étaient exécutés avec des spores hivernées. Le tableau 1 indique les résultats de deux de ces essais. Nous distinguons les degrés suivants de germination : *0 = nulle, 1 = germination solitaire, 2 = peu fréquente, 3 = assez commune, 4 = commune.*

---

(1) Outre les trois formes de rouille déjà mentionnées (*Puccinia Ribis*, *Æcidium Grossulariae* et *Cæoma Ribesii*), il y a encore une quatrième forme sur diverses especes de groseilles, le *Cronartium ribicolum*, qui est très commune en Suède sur le Cassis (*Ribes nigrum*) et non rare sur le *R. aureum*. De nouvelles recherches ont montré que ce champignon correspond à la rouille vésiculaire du Pin Weymouth (*Peridermium Strobi* Kleb (Cfr. J. Eriksson : *Einige Beobachtungen über den stammbewohnendem Kiefernblasenrost, seine Natur und Erscheinungsweise*. Centr.-Bl. f. Bakter. u. Par.-Kunde, Abt. 2. 1896, p. 377, etc.).

(2) Cfr. J. Eriksson : *Ueber die Förderung der Pilzporenkeimung durch Kälte*. Centr.-Bl. f. Bakt. etc., II, Abt., 1895, p. 558.

TABLEAU 1

Faculté germinative des spores de Puccinia Ribis sur Ribes rubrum

Numéros des essais	SPORES				RÉSULTATS											
	RÉCOLTÉS	CONSERVÉES		MISES POUR GERMER	Degré de germination	Après		Degré de germination	Après		Degré de germination	Après		Degré de germination	Après	
		DANS LE LABORATOIRE	DANS LE JARDIN EXPÉRIMENTAL			JOURS	HEURES		JOURS	HEURES		JOURS	HEURES		JOURS	HEURES
1	1896	1896 24/7—4/8	—	1896 4/8	*0*		22	*0*	1	7	*0*	2		*0*	3	
2	»	» » 3/10	1896 13/10 1897 17/4	1897 18/5	*0*		4	*0*		23	*4*	1	22			
3	»	» » »	» »	» 29/5	*4*		18									

Au bout de un à deux jours la germination pouvait être considérée comme *commune*.

Les spores qui germent font, au début, sortir du sommet de leur loge supérieure un tube de germination (fig. 4, Pl. 20) et peu après à la base de la loge inférieure, un autre tube de germination (fig. 5). Ces deux tubes sont pâles. La situation du tube de la loge inférieure est, par conséquent, la même que P. Magnus (1), en 1890, a observée chez le *Puccinia singularis* sur l'*Anemone ranunculoides* d'Autriche et que G. Lagerheim (2) a trouvée assez fréquemment la même année chez diverses Urédinées, dont les spores sont arrondies aux deux extrémités, spécialement dans le sous-genre *Micropuccinia*.

Les tubes de germination n'atteignaient qu'une longueur modérée : après 3 jours, 8-10 fois la longueur de la spore même. Vers la base, le tube était divisé par des cloisons transversales, le contenu des cellules était clair, excepté aux cloisons, où pouvaient s'accumuler quelques petits grains oblongs. Le sommet du tube était presque entièrement occupé par ces grains.

---

(1) P. Magnus : *Ueber eine neue Puccinia auf Anemone ranunculoides.* (Sitz. Ber. d. Ges. Nat. Fr. zu Berlin, 1890, p. 30).

(2) G. Lagerheim : *Puccinia singularis Magn. und Bäumleri Lagerh* (Hedwigia, 1890, p. 173).

Il était très curieux de n'observer en général aucune ramification du tube et aucune formation de sporidies, bien qu'un assez grand nombre d'essais de germinations fussent exécutés et poursuivis pendant 2 à 3 jours (1). Dans un cas seulement, le 11 juillet, quand les spores allaient perdre leur faculté germinative, je réussis à constater la formation des sporidies.

Avec des spores germinatives, j'exécutai deux séries d'essais expérimentaux d'inoculation, dont les résultats sont indiqués par le tableau 2.

TABLEAU 2

Essais d'inoculation du Ribes rubrum avec le Puccinia Ribis

INOCULATIONS		SPORES ayant servi aux inoculations		PLANTES INOCULÉES		LIEUX D'INOCULATION		RÉSULTATS			
NUMÉRO	JOUR	FACULTÉ germinative	APRÈS HEURES	ESPÈCE	NOMBRE	NOMBRE	POSITION	+ —	NOMBRE DES TACHES DE PUSTULES APRÈS JOURS		
									29	39	77
1	20/5	4	46	Ribes rubrum	1	11	Feuilles.	+		10	
2	»	»	»	» nigrum	2	24	Feuilles et fruits.	—			
3	»	»	»	» rubrum	1	9	» »	+		7 (2)	
4	30/5	4	18	Ribes rubrum	1	30	Feuilles.	+	3	30	
5	»	»	»	» »	1 (3)	28	»	+		8	8
6	»	»	»	» nigrum	1	23	»	—			

---

(1) Il m'a semblé presque qu'une transformation du contenu granuleux, en corpuscules semblables à de petits bâtons, ait lieu successivement dans les cellules du tube, en partant du fond du tube. L'ensemble rappelait à mon souvenir le développement germinatif des spores de l'Ustilaginée *Tylosporium Junci*, comme il a été décrit, en 1882, par M. Woronine (*Beitrag zur Kenntniss der Ustilagineen*. Abh. d. Senck. Nat. Ges. Bd. 12, 1882, p. 575, etc.). Je ne disposais pas suffisamment de temps pour continuer cette recherche étendue et pour être sûr s'il y a, dans ce cas, une germination différente de celle d'autres téleutospores. Cependant, je n'ai pas voulu passer sous silence mes soupçons, afin que la chose soit explorée plus exactement.

(2) Une baie malade : les autres baies inoculées s'étaient détachées d'avance.

(3) Cette plante avait été placée, le lendemain, hors du Laboratoire, dans le jardin expérimental.

Ces essais indiquent que ce champignon se propage directement sur la même plante nourricière, où il est né, sans autre état intermédiaire sur une autre plante et sans autre état de développement que celui mentionné ci-dessus. Par conséquent, c'est une vraie *Micropuccinia*.

Environ vingt jours après l'inoculation, les endroits inoculés montraient des protubérances vésiculaires, qui devenaient de plus en plus grandes chaque jour, jusqu'à ce qu'elles se rompissent. La brisure se produisit au bout de vingt-neuf à trente-neuf jours, ce qui est ainsi la durée de l'incubation du champignon. Les feuilles rendues malades artificiellement présentaient une différence avec celles qui étaient malades spontanément (fig. 1); en effet, les pustules des premières n'étaient pas distribuées sur toute la surface de la feuille, mais seulement sur un endroit assez limité autour du point de l'inoculation. C'est ce que l'on peut voir fig. 6 (Pl. 20), où les points inoculés sont indiqués par des croix rouges. Cela prouve que le mycélium ne peut s'étendre que difficilement dans le tissu cellulaire de la feuille et nous oblige à supposer que si une feuille devient malade par contagion extérieure au degré que montre la fig. 1, la matière contagieuse doit être disponible en grande abondance et finement distribuée au voisinage de l'arbrisseau.

Dans l'une des deux séries les deux numéros de *Ribes rubrum* étaient traités différemment à cet égard : l'un (N° 5) était placé le lendemain de l'inoculation hors du Laboratoire dans le jardin expérimental en sol libre, tandis que l'autre (N° 4) était laissé en pot dans la serre. Cela était fait pour savoir de quelle manière les circonstances extérieures autour de la plante inoculée influent sur le développement de la maladie et sur le temps qui est nécessaire pour ce développement. L'on a évidemment raison de supposer que les circonstances anormales, auxquelles toujours sera exposée, malgré toute précaution, une plante qui poussera dans une serre, se feront valoir d'autant plus que la durée du développement, c'est-à-dire ici la durée de l'incubation du Champignon, est comparativement plus longue. Cependant, dans ce cas. comme ordinairement dans le cas d'une courte durée de l'incubation, par exemple au développement d'*Æcidium Berberidis* ou d'*Uredo graminis* sur les graminées, il s'en fallait tellement que les circonstances fussent nuisibles au champignon dans son développement, que celui-ci au contraire poussait plus fortement et plus rapidement dans le Laboratoire qu'en plein air. Après 29 jours la plante du Laboratoire donnait des résultats en trois endroits, tandis que celle du jardin, dans le même temps, n'en donnait aucun, et après 39 jours la première montra tous les endroits inoculés malades, tandis que la seconde, ni alors ni après, ne présenta de taches que sur 8 points parmi 28 inoculés. Sans doute, le développement plus faible et plus lent de la maladie sur les plantes du jardin est imputable essentiellement à l'humidité variable du sol, qui entourait les racines de la plante, et aussi à l'humidité variable de l'air, qui se trouvait autour de ses feuilles et rameaux. Un dessèchement intermittent doit influer d'une manière défavorable, non seulement sur la plante nourricière, mais aussi sur le parasite qui en vit.

Des expériences du tableau ci-dessus on peut tirer aussi une autre conclusion. Le *Puccinia Ribis* se rencontre sur plusieurs espèces de groseilliers, mais la forme du champignon dont il s'agit dans les essais mentionnés plus haut (la forme des groseilliers rouges) ne donne des résultats positifs que sur le *Ribes rubrum*, tandis que le *R. nigrum* reste toujours sain. On peut donc considérer comme prouvé que ce champignon se spécialise d'après la plante qu'il attaque et que nous avons à distinguer dans le *Puccinia Ribis* DC une forme spéciale « *rubri* » qui se développe sur le *Ribes rubrum* et non sur le *R. nigrum*.

Cela concorde également avec le rapport de l'expéditeur des branches malades de Blekinge, où il était dit que les Cassis étaient sains. Au même endroit aussi les groseilles à maquereau étaient sans taches, d'où l'on peut conclure que la f. sp. *rubri* laisse intacte aussi cette espèce de groseilles. Les groseilles blanches, qui ne sont qu'une variété des groseilles rouges, paraissent, au contraire, être attaquables par la forme du champignon distinguée ici.

On peut encore tirer des essais décrits plus haut une conclusion pleine d'intérêt pour ceux qui souhaitent prendre des mesures contre le parasite. Grâce à ces expériences on sait quelles mesures il faut prendre et à quel moment on doit les prendre. D'abord, il faut qu'on ramasse, emmène et brûle en automne toutes les feuilles

---

(1) J. Eriksson et E. Henning : *Die Getreideroste*. Stockholm, 1896, p. 92, etc.

et les fruits dès qu'ils tombent des arbrisseaux malades. Mais, lorsque cela ne peut avoir lieu si minutieusement, plusieurs germes de la maladie restent nécessairement sur le sol au-dessous et autour des arbrisseaux pendant l'hiver et là constituent au printemps un foyer dangereux de contamination des feuilles et des ovaires; il faut qu'on exécute en avril ou mai, époque où les arbrisseaux commencent à pousser, un ou deux arrosages avec de la bouillie bordelaise, non seulement sur les arbrisseaux, mais aussi au-dessous et autour, sur le sol, pour rendre les matières contagieuses inoffensives et pour empêcher leur entrée dans les feuilles tendres. Surtout on ne doit pas omettre de faire un tel arrosage, si on a, à l'époque indiquée, creusé ou ratissé le sol au-dessous et autour des arbrisseaux. Par un tel travail, tout naturellement, beaucoup de spores, auparavant recouvertes. sont mises à l'air, circonstances qui sont favorables à leur germination.

Une autre question se pose enfin. De quelle manière la maladie était-elle parvenue dans le jardin de Blekinge, mentionné ci-dessus. Les recherches exécutées ne donnent aucune indication pour répondre à cette question, mais à certains égards on peut cependant émettre une opinion en comparant certaines déclarations de mon correspondant de Blekinge, avec certaines observations des dernières années relatives à l'apparition différente de la maladie de la rouille, en même temps, sur des gazons voisins de la même graminée, mais d'un âge différent. Je considère comme probable, que la maladie des groseilliers rouges s'est introduite dans le jardin par les arbrisseaux nouveaux, qui étaient venus de Gothembourg environ 10 ans avant, qu'elle s'est communiquée peu à peu et qu'elle a pris possession des vieux arbrisseaux du jardin, en même temps qu'elle a abandonné les arbustes importés. Une telle sorte de périodicité, rappelant à la fois les diverses générations des phanérogames bisannuelles ou vivaces, et la prétendue immunité qui succède à certaines maladies des hommes et des animaux, j'ai cru l'avoir trouvée dans plusieurs cas dont je parlerai à l'avenir, et elle est peut-être également la clé de l'énigme dans le cas dont il s'agit ici.

Les résultats des recherches qui précèdent peuvent être résumés dans les conclusions suivantes :

1. *Le* Puccinia Ribis *DC. est une véritable* Micropuccinia *avec une seule génération de spores, de téleutospores, qui entrent en germination au printemps qui suit leur naissance.*

2. *Dans ce champignon on peut distinguer la forme spéciale* **rubri**, *qui attaque le* Ribes rubrum, *et aussi la variété à baies blanches, mais non le* R. nigrum, *et probablement pas davantage le* R. Grossularia.

3. *Une nouvelle maladie peut provenir au printemps suivant, par contagion venant des spores hivernées en plein air et après une durée d'incubation de 29 à 39 jours.*

Les préservatifs qu'on peut employer, d'après les résultats ci-dessus mentionnés sont les suivants :

1° *En automne ramasser, emmener et brûler immédiatement toutes les feuilles et baies malades qui tombent des arbrisseaux ;*

2° *Au printemps, quand les mêmes arbrisseaux ou d'autres de la même variété, poussant près des précédents, commencent à épanouir leurs bourgeons, faire un ou deux arrosages avec la bouillie bordelaise, non seulement sur les arbrisseaur, mais aussi sur le sol environnant, surtout après chaque binage ou ratissage entrepris à ce moment.*

EXPLICATION DE LA PLANCHE 20

Fig. 1. — Feuilles de groseillier rouge (*Ribes rubrum*), d'un jardin en Blekinge (Suède méridionale), attaquées par le *Puccinia Ribis* DC. 1896 24/7 (1/1).

Fig. 2. — Grappe de baies attaquées de la même maladie. 1896 24/7 (1/1).

Fig. 3. — Trois spores. 1896 24/7 (500/1).

Fig. 4. — Spore en germination 24 heures après avoir été mise dans l'eau ; elle a un seul tube germinatif qui provient de la cellule supérieure. 1897 19/6 (500/1).

Fig. 5. — Spore en germination 48 heures après sa mise dans l'eau ; elle a un second tube germinatif qui provient de la cellule inférieure. 1897 20/5 (500/1).

Fig. 6. — Feuille qui a été inoculée au printemps 1897 par des spores en germination aux deux endroits notés par une croix rouge. 1897 15/8 (1/1).

ÉTUDES MORPHOLOGIQUES

SUR LE GENRE *ANEMONE* L.

par M. Édouard de JANCZEWSKI *(Fin).*

Sect. VI. — RIVULARIDIUM Nob.

A. HEPATICAEFOLIA Hook (1)

Morphologie. — Le rhizome horizontal de cette espèce a un aspect particulier, parce qu'il est hérissé des bases charnues des feuilles anciennes. Son sommet est couronné de plusieurs feuilles complètes, tandis que toutes les autres ont perdu leur lame et pétiole, sauf la partie basilaire, généralement longue de 5 millim., destinée à accumuler les matériaux de réserve et terminée par une suface presque égale. Les entrenœuds sont bien courts et donnent naissance à des racines adventives qui se remplissent aussi de matériaux de réserve. Le diamètre du rhizome ne dépasse pas 5 millim.

Anatomie. — La zone génératrice étant peu active, la différence n'est pas grande entre un rhizome jeune et un rhizome âgé, où les faisceaux libéro-ligneux sont plus volumineux et en partie soudés les uns aux autres (Pl. 18, fig. 23). Le bois y est mou, parce que les vaisseaux sont mêlés de parenchyme.

Le rhizome de l'*A. Sellowi* ressemble entièrement, par son aspect et sa structure, à celui de l'*A. hepaticæfolia.*

A. RICHARDSONI Hook.

Morphologie. — La tige horizontale de cette petite plante est très grêle, n'atteint pas même 1 millim. de diamètre et végète probablement dans des touffes de mousse. Les entrenœuds sont longs de quelques centimètres. Chaque nœud produit une feuille normale et quelques racines adventives. Lorsque la tige est terminée par une fleur, la nouvelle pousse part de l'aisselle de la dernière feuille et ressemble, dès sa base, à la tige mère, tant par la longueur des entrenœuds que par la forme des feuilles.

---

(1) C'est dans le section *Rivularidium* que doit être placée cette espèce, jamais dans l'*Omatocarpus*, comme l'a fait Prantl (*Beiträge zur Systematik der Ranunculaceen*, 1887). Son inflorescence est terminale et le fruit lourd et non ailé.

Anatomie. — L'écorce primaire est limitée à l'intérieur par l'endoderme et se compose de cellules assez grandes. Son épaisseur est relativement considérable. L'anneau libéro-ligneux est composé de deux à cinq faisceaux qui entourent une moelle très petite.

A. RIVULARIS Hamilt.

Morphologie. — La tige périgée, simple, courte et large, termine un pivot volumineux, semblable à une carotte.

Anatomie. — Il y a beaucoup d'analogie entre la structure de la tige et celle du pivot. Les faisceaux libéro-ligneux sont nombreux et très étroits (Pl. 18, fig. 24). Dans leur liber ou leur bois, les tubes criblés ou les vaisseaux sont mêlés au parenchyme et alignés en sens radial. La moelle et l'écorce sont relativement volumineuses. L'écorce est traversée par de nombreux faisceaux se rendant aux feuilles; les faisceaux les plus proches de la surface sont les seuls où on trouve des arcs scléreux en dehors du liber. Une couche de liège se forme dans l'écorce primaire et la divise en deux parties, l'une vivante et l'autre morte.

Sect. VII. — OMALOCARPUS DC.

A. NARCISSIFLORA L.

Morphologie. — Dans cette plante, la tige est périgée, simple et robuste. Son diamètre dépasse quelquefois 6 mm. A sa base, comme l'a bien démontré M. P. Marié (1) « elle se dissocie en cor-
» dons radiciformes, comme certaines vieilles souches d'Aconit.
» Ces cordons ne sont qu'une portion du système libéro-ligneux
» isolée par une couche isolée de suber, avec désorganisation du
» du tissu intermédiaire ».

Anatomie. — Dans une tige encore intacte, le bois est composé de faisceaux distincts qui se joignent de plus en plus vers la zone génératrice (Pl. 18, fig. 25). Le parenchyme qui entoure le bois contient des groupes criblés disposés sur des zones concentriques plus ou moins régulières. En outre, elle est traversée par les faisceaux libéro-ligneux se rendant aux feuilles plus proches.

---

(1) *L. c.* p. 63.

Dans les parties plus anciennes, la zone génératrice s'atrophie partiellement et ses arcs actifs se prolongent vers la moelle, mais ne constituent pas de cercles fermés, comme cela avait lieu dans l'*A. obtusiloba*. En même temps, une zone de liège, à contours sinueux et plus ou moins parallèles aux arcs générateurs, vient séparer les parties extérieures de l'écorce qui se désorganisent et disparaissent (Pl. 18, fig. 26). Dès ce moment, la surface de la tige est creusée de sillons.

Avec le temps, les arcs générateurs en fer à cheval réunissent leurs bras dans la moelle ou embrassent seulement le jeune bois en le séparant du vieux atrophié (Pl. 18, fig. 26, 27). La zone du liège suit leur exemple, pousse, de la profondeur des sillons, des bras vers la moelle, dans la direction parallèle aux cercles générateurs. Ces bras se joignent et embrassent, dans l'écorce de cylindres ainsi formés, non seulement le bois mort, mais aussi des portions de la moelle. Lorsque tout le reste de la moelle sera désorganisé, la tige se transformera en un réseau constitué par des cylindres individualisés (cordons de M. Marié) couverts de liège et contenant chacun un cercle générateur autour du bois central (Pl. 18, fig. 27).

Comme dans l'*A. obtusiloba*, le cercle générateur de chaque cylindre est composé de deux arcs ou demi-cercles, dont l'un est un vestige de la zone génératrice primaire et l'autre supplémentaire. Les produits des deux sont bien différents ; ceux du premier sont exactement pareils à ceux de la zone génératrice normale (bois à l'intérieur, liber à l'extérieur), tandis que les produits du demi-cercle supplémentaire sont uniquement parenchymateux et beaucoup plus réduits.

Sect. VIII. — ANEMONIDIUM Spach.

A. PENNSYLVANICA L.

Morphologie. — La multiplication de cette plante est obtenue avec grande énergie par des bourgeons adventifs, produits sur le côté supérieur des racines ; ils y naissent quelquefois en si grand nombre l'un près de l'autre, que la racine ressemble à une crête.

Le bourgeon récent est couvert d'écailles (gaînes foliaires) ayant 2/5 comme angle de divergence. S'il est proche du niveau du sol, il peut produire une feuille normale l'année même de sa formation, mais, généralement, c'est dans la deuxième année qu'il se développe en tige terminée par quelques feuilles et par une inflorescence. La longueur de la tige dépend naturellement de la profondeur de son insertion ; lorsqu'elle est assez considérable, les entre-nœuds sont bien distincts. Chaque nœud porte une écaille. Vers le niveau du sol, la tige prend le caractère périgé en produisant des feuilles normales insérées l'une tout près de l'autre.

Une tige ayant fleuri, donne l'année suivante, une ou deux branches entièrement semblables à la tige mère et issues de l'aisselle des feuilles normales. A cette époque, la racine mère commence déjà à se désorganiser de place en place et porte l'empreinte de la vieillesse.

Anatomie. — Dans un bourgeon récent, l'anneau libéro-ligneux est composé de nombreux faisceaux, dont quelques-uns, appartenant à la feuille la plus proche, sont munis d'un arc scléreux, en dehors du liber (Pl. 18, fig. 28).

Dans la tige développée, le nombre des faisceaux ligneux est diminué par leur soudure ; les arcs ou groupes scléreux ont apparu sur la limite du liber et de l'écorce primaire (Pl. 18, fig. 29). La moelle a formé des arcs lignifiés auprès du bois primaire ; l'épiderme est inerte presque dans sa totalité.

L'année d'après (troisième), le liber et le bois sont encore plus épais ; dans le bois, on reconnaît les rayons médullaires secondaires qui le divisent en lamelles radiales assez nombreuses. Sur la limite du liber et de l'écorce primaire, les arcs ligneux ont gagné en épaisseur et en largeur et rendent cette limite encore plus apparente (Pl. 18, fig. 30).

Sect. IX. — KNOWLTONIA Salisb.

K. VESICATORIA Sims.

Morphologie.— La tige périgée et peu rameuse de nos échantillons cultivés produit des feuilles normales persistantes, embrassant la tige par leurs gaînes, et des inflorescences terminales. Les racines adventives naissent à la base de la tige, entre les feuilles inférieures.

Anatomie. — Il n'y a rien de caractéristique dans la structure de cette tige. L'anneau libéro-ligneux est composé de faisceaux peu nombreux séparés par des rayons médullaires assez larges (Pl. 19, fig. 31). Dans le bois, les vaisseaux sont mêlés de parenchyme; dans le liber les tubes criblés sont disséminés sans aucun ordre apparent.

Sect. X. — SYLVIA Gaud.

A. NEMOROSA L.

Morphologie — Le mode de végétation de cette espèce fut l'objet d'une étude approfondie de la part de Th. Irmisch (1), à laquelle nous ne pouvons ajouter que peu de chose. Rappelons d'abord que le rhizome de cette plante pousse dans le sol en direction presque horizontale, se ramifie çà et là, atteint quelquefois une longueur considérable et mesure 3-4 millim. en diamètre. Au printemps, il produit au sommet une fleur ou bien une à deux feuilles; bientôt après le bourgeon, axillaire ou terminal, se développe en une nouvelle portion de rhizome munie d'écailles espacées de 2 à 3 millim., longue de 3 à 5 centim. et terminée par les organes qui s'épanouiront au printemps suivant (fleur ou une à deux feuilles).

Contrairement à l'assertion de Irmisch, nous avons pu toujours constater des articulations dans le rhizome, et déterminer que chaque section correspond à une année de végétation. En effet, la section annuelle du rhizome commence par un étranglement, se renfle ensuite et se prolonge en cylindre un peu plus mince que la partie basilaire renflée; c'est presque la forme d'une massue renversée.

L'angle de divergence 2/5 représente la disposition des écailles.

Anatomie. — Chaque écaille reçoit du rhizome un faisceau libéro-ligneux (Pl. 19, fig. 32 A.-L.); celle qui précède la feuille normale fait exception, car elle est munie, en outre, de deux faisceaux latéraux, beaucoup plus grêles et dépourvus d'éléments caractéristiques du liber et du bois (M). La feuille normale (N), ainsi que la deuxième feuille, ou l'écaille qui la remplace, reçoivent, au contraire, trois faisceaux complets, le médian plus gros, les latéraux plus étroits.

---

(1) Th. Irmisch : *Zur Morphologie der Knollen-und Zwiebelgewächse*, 1850, p. 202-204.

L'épiderme du rhizome développé est toujours brun. Cette coloration se voit d'abord dans les parois extérieures, passe ensuite aux latérales et intérieures et touche plus tard les membranes de la couche sous-jacente.

Le parenchyme de l'écorce et de la moelle est très serré, les méats intercellulaires y sont de très petite dimension. La membrane, mince en général, est épaissie tout autour de ces méats et donne à tout ce tissu une apparence collenchymateuse (1). Une seule fois il nous est arrivé de trouver des cellules à membrane épaissie et lignifiée, avec ponctuations, disséminées dans tout le parenchyme. C'était une section du rhizome âgée probablement de deux ans.

L'anneau libéro-ligneux contient un petit nombre de faisceaux, dont les uns sont simples, les autres composés de deux ou trois soudés sur les côtés (Pl. 19, fig. 33). Ils sont dépourvus de tissu générateur et de sclérenchyme, c'est pourquoi leur liber n'a pas de limites bien accentuées et le rhizome possède le même diamètre dans sa vieillesse que la première année de son existence.

La durée de chaque section du rhizome est relativement longue; nous avons trouvé le parenchyme des sections âgées de six ans complètement gorgé d'amidon pendant le repos de la végétation.

A. ALTAICA Fisch., A. CŒRULEA DC., A. RANUNCULOIDES L.

Le rhizome de ces espèces est entièrement semblable à celui de la précédente et n'en diffère ni par son aspect, ni par le mode de végétation. Quant à la structure, la différence est minime et consiste en ce que les membranes du parenchyme ne possèdent pas d'épaississements autour des méats. En outre, dans l'*A. altaica*, chaque faisceau libéro-ligneux est entouré d'un anneau de cellules particulières moins riche en amidon que le parenchyme environnant, mais ne possédant pas de caractères propres à l'endoderme.

A. FLACCIDA Fr. Schmidt, A. UMBROSA A. Meyer,
A. UDENSIS Frautv. et Meyer.

Semblable par sa structure à celui des espèces précédentes de la même section, le rhizome de celles-ci ne possède plus la même forme. Court et gros (jusqu'à 7 mm. en diamètre) dans l'*A. flaccida*, il est terminé par 2-4 feuilles et 1-3 inflorescences ; long et grêle dans les deux autres, il est composé de longs entre-nœuds (jusqu'à 25^{mm} dans l'*A. udensis*) et se termine par une feuille ou une fleur.

---

(1) Miczynski : *l. c.* page 121, pl. III, fig. 15.

A. BAIKALENSIS Furcz.

Morphologie. — Le rhizome est ici long, mince et ramifié ; au sommet, il se transforme en tige périgée, assez épaisse.

Les entre-nœuds du *rhizome*, pour ainsi dire stoloniforme, mesurent ordinairement 10-15 mm. en longueur et 2 mm. environ en diamètre. Chaque nœud porte une écaille et engendre quelques racines ; les plus gros émettent des racines plus nombreuses et un rameau axillaire. On trouve aussi quelques racines partant des entre-nœuds plus anciens.

Les tiges *périgées* continuant le rhizome sont courtes et épaisses (3 à 5 mm. de diamètre). Leur base est couverte d'écailles serrées ; leur sommet porte une ou deux feuilles et souvent (les plus vigoureuses) une inflorescence terminale. Selon toute vraisemblance, ces tiges sont aussi vivaces que le rhizome et produisent chaque année un certain nombre d'écailles avec une ou deux feuilles normales, voire même une inflorescence.

Anatomie. — Le *rhizome* stoloniforme contient une zone endodermique à contour sinueux (Pl. 19, fig. 34). L'écorce primaire renferme de petits méats intercellulaires. La moelle est petite et les rayons médullaires étroits. Les faisceaux libéro-ligneux, au nombre de 4 à 6, sont au contraire assez larges et ne renferment pas de tissu générateur. Leur bois est assez dur, parce que les vaisseaux constituent le tissu prédominant. En dedans de l'endoderme, on voit quelques éléments lignifiés dans le liber de l'un ou l'autre faisceau.

Toute autre est la structure de la *tige périgée*. Il n'y a plus d'endoderme distinct et la moelle est large. La zone génératrice produit une couche de bois assez régulière mais dépourvue de rayons médullaires.

Le tissu du bois est un mélange de vaisseaux et de parenchyme. En dehors du bois se trouvent des groupes libériens séparés par de larges bandes de parenchyme (Pl. 19, fig. 35). Le sclérenchyme n'accompagne que les faisceaux foliaires détachés de l'anneau ou traversant l'écorce ; il y forme des arcs au-delà du liber.

A. STOLONIFERA Max.

Morphologie. — Le mode de végétation ressemble beaucoup à celui de l'espèce précédente. Le rhizome stoloniforme est mince (environ 1,5 millim. de diamètre) et se compose de longs entrenœuds; au sommet, il se change en tige périgée produisant des racines adventives, des feuilles normales, de nouvelles branches stoloniformes et souvent une inflorescence.

Anatomie. — Le rhizome contient une assise endodermique à contour sinueux (Pl. 19, fig. 36). Les larges faisceaux libéroligneux, généralement au nombre de six, sont entièrement dépourvus de tissu générateur. Le liber des trois faisceaux plus larges est séparé de l'endoderme par un arc lignifié. Les rayons médullaires sont étroits et lignifiés comme la zone périphérique de la moelle.

A. DELAVAYI Franch.

Morphologie. — La tige de cette petite plante est articulée. Les nœuds ayant 2-3 millim. de diamètre sont réunis par des portions filiformes, longues de plusieurs millimètres, ne dépassant pas 1 millim. de diamètre et représentant, chacune, un seul entrenœud. Les nœuds portent au contraire le caractère de tiges périgées et engendrent des racines adventives. Aux nœuds anciens, on voit des traces d'écailles et des restes d'une feuille ou d'une fleur. Au nœud terminal, il y a toujours une feuille ou une fleur dont l'insertion est enveloppée de quelques écailles.

Anatomie. — L'entrenœud allongé est analogue à tout un rhizome stoloniforme et contient une assise endodermique. L'écorce primaire est très volumineuse. Les trois faisceaux libéro-ligneux, dépourvus de tissu générateur, sont séparés par des rayons médullaires très étroits. Il n'y a pas de moelle distincte (Pl. 19, fig. 37).

Sect. XI. — HEPATICA Dill.

H. TRANSSILVANICA Fuss. (H. ANGULOSA DC.)

Morphologie. — Le rhizome ressemble complètement à celui de l'Hépatique commune, étudiée par Irmisch (1). Les rameaux récemment développés portent des écailles à la partie inférieure et des feuilles normales à la supérieure. Leur disposition est de 2/5. De nombreuses racines adventives, brunes et longues, couvrent les parties plus âgées du rhizome.

---

(1) *L. c.* pages 196-198.

Anatomie. — Chaque organe foliaire reçoit du rhizome trois faisceaux qui sont tous libéro-ligneux dans les pétioles des feuilles normales, tandis que dans les écailles, les deux latéraux ne contiennent ni vaisseaux, ni tubes cribreux et sont fibreux, rudimentaires.

Dans un bourgeon (Pl. 19, fig. 38), l'anneau libéro-ligneux contient six jeunes faisceaux séparés par de larges rayons médullaires. Quand les faisceaux acquièrent leur structure parfaite, il se développe autour de l'anneau une assise endodermique qui le sépare de l'écorce primaire.

Dans un rhizome d'un certain âge, il y a une zone génératrice continue, mais son activité est trop faible pour exercer une influence sur le diamètre du rhizome. Cependant le bois forme un anneau ne contenant pas de rayons médullaires et composé d'un mélange de vaisseaux et de parenchyme ; cet anneau est tantôt continu, tantôt interrompu auprès des faisceaux qui se dirigent vers la feuille la plus proche (Pl. 19, fig. 39). La moelle se différencie en deux parties, l'intérieure molle et la périphérique lignifiée. Tantôt c'est la première qui prédomine et devient souvent creuse au centre. tantôt c'est la deuxième et même à un si haut degré que la première est réduite à une dizaine de cellules seulement. L'écorce primaire contient de petits méats intercellulaires, et est plus ou moins attaquée à l'extérieur, parce que l'épiderme la laisse à nu en se désorganisant à un certain âge. Quant au sclérenchyme, il ne forme que des arcs auprès du liber de ces faisceaux, qui se rendent à la feuille la plus proche, mais il peut aussi leur manquer entièrement.

EXPLICATION DES PLANCHES 16 à 19

Indications communes à toutes les figures :

A, *B*, *C*, *D*, etc., = faisceaux médians des feuilles qui se suivent; *a*, *b*, *c*, *d*, etc. = leurs faisceaux latéraux; *c. p.* = écorce primaire; *c. sec.* = écorce secondaire; *end.* = endoderme; *f. cr.* = groupes (faisceaux) de tubes cribreux; *f. l.* = faisceaux libériens; *f. l. l.* = faisceaux libéroligneux; *f. v.* = faisceaux vasculaires; *l.* = liber; *l. p.* = liber primaire; *m. aér.* = cavités aérifères; *med.* = moelle; *med. scl.* = moelle lignifiée; *r. m.* = rayons médullaires; *scl.* = sclérenchyme; *s. ph.* = liège; *x.* = bois; *x. a.* = bois atrophié; *x. scl.* = bois avec parenchyme lignifié; *x. p.* = bois primaire; *x. sec.* = bois secondaire; *z. g.* = zone génératrice.

Planche 16

Fig. 1. — *Pulsatilla patens.* Coupe transversale d'une tige jeune. Le cambium interfasciculaire a formé des faisceaux dont le bois ne contient pas de vaisseaux et est remplacé par quelques fibres ligneuses. Il y a aussi des fibres disséminées dans l'écorce et la moelle. Gr. = 12.

Fig. 2. — Coupe d'une tige âgée qui a été, plus haut, fendue en deux, ensuite en trois parties, par suite de la désorganisation des rayons médullaires et de la moelle. Gr. = 8.

Fig. 3. — *Anemone silvestris.* Réseau formé dans la tige souterraine jeune par les faisceaux libéroligneux, construit d'après les coupes transversales successives.

Fig. 4. — Réseau d'une tige périgée, complété et renforcé par l'activité de la zone génératrice.

Fig. 5. — Entrenœud jeune d'une tige souterraine. Les vaisseaux se sont déjà développés dans les faisceaux : *A*, *a*, *a* et *B*. La zone génératrice commence à se former. L'écorce primaire est complétée et contient deux larges fentes. Gr. = 23.

Fig. 6. — Entrenœud plus âgé d'une tige semblable. Les vaisseaux se sont déjà développés dans tous les faisceaux; la zone génératrice est complète. La plupart du tissu extérieur, soulevé par la fente, a été déchiré pendant la préparation de la coupe. Gr. = 23.

Fig. 7. — Entrenœud encore plus avancé. Les faisceaux ligneux commencent à se souder vers la zone génératrice. Dans le liber primaire, il y a des éléments lignifiés, touchant l'endoderme. Gr. = 23.

Fig. 8. — Jeune tige périgée. De nombreux faisceaux se sont développés entre les faisceaux libéro-ligneux primaires (foliaires) et, souvent, ne possédant encore aucun vaisseau formé. Gr. = 12.

Fig. 9. — Vieille tige périgée. Les faisceaux sont complètement soudés, à l'exception de quatre appartenant aux feuilles B (*B*, *b*, *b*) et C (*C*). La limite du liber et de l'écorce primaire est rendue çà et là plus apparente par des fibres lignifiées, réunies en lames, arcs, etc. Gr. = 12.

Fig. 10. — *Anemone japonica.* Tige périgée assez mince, déjà dépourvue de l'écorce primaire. Dans l'écorce secondaire, les groupes cribreux, sauf les jeunes, sont entourés de gaînes lignifiées. Dans le bois, il y a dix lames vasculaires entourées de parenchyme lignifié. Les rayons médullaires sont souvent coupés ou parsemés de parenchyme lignifié. Gr. = 8.

Planche 17

Fig. 11. — *Anemone virginiana.* Tige périgée, assez jeune. Dans l'écorce, il y a des faisceaux se dirigeant vers la feuille suivante. Le tissu ligneux qui accompagne les groupes cribreux, forme rarement des gaînes complètes. Dans le bois jeune, il y a des portions entièrement lignifiées. Gr. = 8.

Fig. 12. — *A. parviflora.* Tige stoloniforme avec faisceaux libéro-ligneux soudés. Gr. = 18.

Fig. 13. — Même tige, plus âgée. La moelle est excentrique, parce que la zone génératrice est plus active en bas qu'en haut de la figure. Gr. = 18.

Fig. 14. — *A. coronaria.* Jeune tubercule. Quelques faisceaux ne contenant pas de vaisseaux développés. Gr. = 12.

Fig. 15. — Tubercule adulte. L'écorce secondaire est protégée par une couche scléreuse à laquelle adhère un petit morceau de l'écorce primaire. Dans le bois intérieur, les vaisseaux sont plus éloignés les uns des autres que dans le bois nouveau. Gr. = 8.

Fig. 16. — *Barneoudia cyanoleuca.* Coupe transversale du bulbe. Dans le bois, les groupes de vaisseaux sont disposés en quatre cercles, plus ou moins réguliers. Gr. = 8.

Fig. 17. — *Anemone capensis.* Tige âgée de deux ans, avec moelle creuse au centre. Dans le bois, il y a trois îlots distincts qui appartenaient aux trois faisceaux principaux ; de même dans le liber. Gr. = 12.

Fig. 18. — Coupe longitudinale d'un vaisseau isolé. Gr. = 610.

Fig. 19. — *A. obtusiloba.* Coupe de la partie basilaire d'une tige périgée. La zone génératrice est complétée par des arcs générateurs développés au-dessous du bois atrophié et rejeté vers l'écorce. Les limites de l'écorce nouvelle et ancienne sont très nettes. Gr. = 8.

Fig. 20. — Coupe semblable. La plupart du bois est atrophié. Ses deux morceaux vivants sont entourés de cercles générateurs et de nouvelle écorce. — Gr. = 8.

Planche 18

Fig. 21. — *Anemone trullifolia.* Partie basilaire de la tige. La moitié du bois est atrophiée, l'autre, vivante, est entourée d'un cercle générateur et une nouvelle écorce. Gr. = 8.

Fig. 22. — Coupe semblable. Deux particules du bois sont restées vivantes et embrassées par des cercles générateurs. Gr. = 8.

Fig. 23. — *A. hepaticæfolia.* Coupe de rhizome âgé. Gr. = 8.

Fig. 24. — *A. rivularis.* Coupe de la tige périgée, probablement annuelle. L'écorce primaire est semée de faisceaux se rendant aux feuilles et munis

d'arcs scléreux. La partie périphérique de cette écorce est séparée par une couche de liège et inerte par conséquent. Gr. = 4.

Fig. 25. — *A. narcissiflora.* Coupe d'une jeune tige périgée. L'écorce contient des groupes cribreux disposés en zones concentriques et des faisceaux se dirigeant vers les feuilles. Gr. = 8.

Fig. 26. — La moitié d'une tige âgée. Une partie de la zone génératrice et du bois a été atrophiée. Les arcs générateurs vivants se dirigent vers la moelle. Le liège couvre la surface de la tige qui a perdu la plupart de son écorce. Gr. = 8.

Fig. 27. — Coupe de trois cordons formant le réseau libéro-ligneux de la tige dont tous les autres tissus ont été désorganisés. Chaque cordon est couvert de liège et contient du bois vivant à l'intérieur. L'écorce de la partie supérieur (extérieure par rapport à l'axe de la tige) contient des groupes cribreux; celle de l'inférieure (intérieure) est constituée de parenchyme avec du bois atrophié inclus. Gr. = 8.

Fig. 28. — *A. pennsylvanica.* Tige adventive récente. Trois faisceaux quittant l'anneau portent à l'extérieur des arcs fibreux. Gr. = 8.

Fig. 29. — Tige adventive dans sa deuxième année. Il y a des arcs scléreux à limite externe du liber, et auprès du bois primaire dans la moelle. Gr. = 8.

Fig. 30. — Tige adventive dans sa troisième année; elle a été beaucoup plus grêle à l'origine que celles des fig 28 et 29. Son bois est coupé par de nombreux rayons médullaires secondaires. Gr. = 8.

Planche 19

Fig. 31. — *Knowltonia vesicatoria.* Coupe d'une tige périgée au-dessous de la ramification. Gr. = 8.

Fig. 32. — *Anemone nemorosa.* Réseau formé par les faisceaux libéro-ligneux dans le rhizome de la dernière année. Construit d'après les coupes transversales successives.

Fig. 33. — Coupe transversale du rhizome. Gr. = 12.

Fig. 34. — *A. baikalensis.* Rhizome stoloniforme. Gr. = 12.

Fig 35. — Tige périgée de la même plante. Gr. = 12.

Fig. 36. — *A. stolonifera.* Rhizome stoloniforme. Gr. = 18.

Fig. 37. — *A Delavayi.* Entrenœud stoloniforme. Au centre il n'y a pas de moelle distincte. Gr. = 18.

Fig. 38. — *Hepatica transsilvanica.* Coupe d'un bourgeon avec deux écailles adhérentes. Gr. = 15.

Fig. 39. — Rhizome âgé de cette espèce. Dans l'écorce, il y a une bande brune de tissu désorganisé. L'anneau ligneux est interrompu par deux faisceaux qui se rendent à la feuille. Dans la moelle, il y a une zone lignifiée étroite.

RECHERCHES

SUR

LES RÉSERVES HYDROCARBONÉES DES BULBES ET DES TUBERCULES

par **M. LECLERC DU SABLON** *(Fin).*

ASPHODELUS ALBUS

L'Asphodèle est une plante vivace de la famille des Liliacées, très commune dans certains bois des environs de Toulouse et surtout dans la forêt de Bouconne ; le rhizome porte un grand nombre de racines tuberculeuses serrées les unes contre les autres et ayant à peu près l'apparence d'un Radis ; la partie supérieure de ces racines est renflée et a environ 1cm5 de diamètre ; la partie terminale s'allonge, se ramifie et joue le rôle de racine ordinaire. Jusqu'au mois de Février ou de Mars la plante est réduite au rhizome et aux racines renflées ; à ce moment (fig. 98), le bourgeon qui se trouvait au sommet du rhizome se développe et donne une rosette de feuilles allongées ; en même temps, et vers la base du bourgeon qui vient de pousser, un certain nombre de nouvelles racines *J* se forment, d'abord minces, mais se renflent bientôt et au bout d'un ou deux mois deviennent semblables aux anciennes. A la fin de Mars, sur les pieds qui doivent fleurir, la tige florifère se développe rapidement et les fleurs commencent à s'épanouir dans le courant d'Avril. Au mois de Juin les fruits sont mûrs, les parties

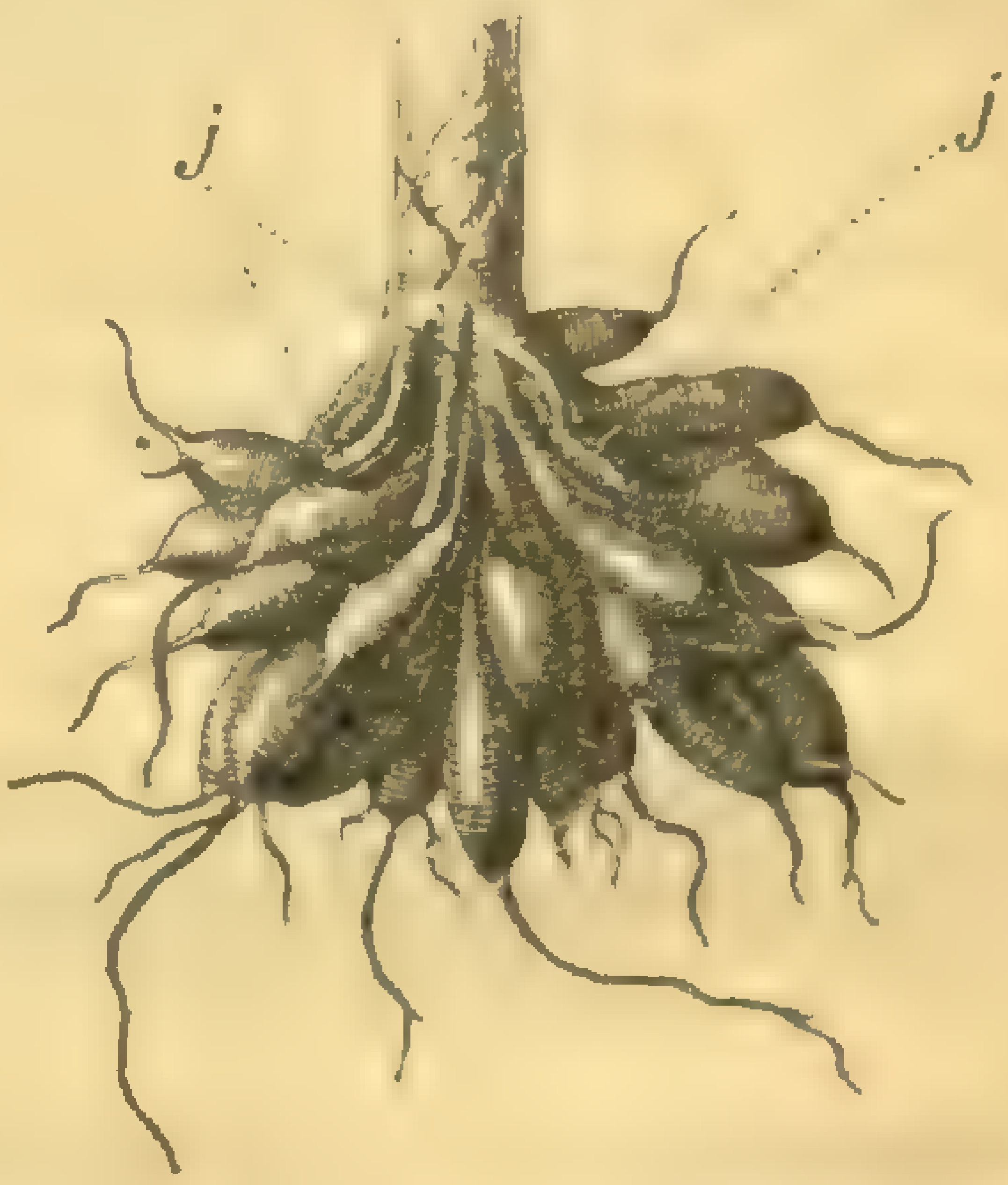


Fig. 98. — Parties souterraines d'un pied d'Asphodèle au mois de Mars ; *j*, *j*, jeunes racines non encore renflées.

aériennes de la plante commencent à se dessécher et la vie redevient ralentie.

Les racines renflées se forment donc chaque année, vers le mois de Mars, à l'extrémité la plus jeune du rhizome ; elles restent ensuite pendant plusieurs années sans changement apparent ; par leur situation sur le rhizome on peut connaître leur âge relatif, les plus jeunes étant portées sur les parties les plus jeunes du rhizome. Sur les pieds âgés, le nombre des racines reste à peu près constant car, à mesure qu'il s'en forme de nouvelles d'un côté, celles qui sont à l'extrémité opposée du rhizome se flétrissent et disparaissent. D'après le nombre total des racines existant à un moment donné et le nombre de celles qui se forment chaque année, on peut évaluer à 4 ou 5 années environ la durée de l'existence de chacune d'elles.

Afin de me rendre compte des changements de composition que subissent les racines suivant leur âge et suivant la saison, j'ai récolté un certain nombre de pieds aux différentes époques de l'année et sur chacun d'eux j'ai pris pour les étudier : 1° les racines les plus jeunes ; 2° des racines d'âge moyen ; 3° les racines les plus âgées. Pendant la première année de leur existence, les jeunes racines sont faciles à reconnaître à leur couleur plus claire ; il n'y a pas non plus de doute sur le choix des racines les plus âgées qui sont sur l'extrémité inférieure du rhizome et quelquefois commencent à se flétrir ; les racines d'âge moyen étaient prises à peu près sur la partie moyenne du rhizome.

En opérant ainsi, j'ai constaté que dès le mois de Mai les tubercules jeunes avaient à peu près la même composition que les tubercules moyens et que les tubercules vieux différaient peu des tubercules moyens, sauf cependant lorsqu'ils étaient tout à fait flétris, ce qui arrive généralement au printemps. J'ai donc admis qu'à un moment donné tous les tubercules, sauf ceux qui sont en voie de formation ou ceux qui sont flétris, ont sensiblement la même composition. Cette hypothèse n'est pas tout à fait exacte, mais les différences trouvées à un moment donné entre les tubercules d'âges différents sont de même ordre que les différences trouvées entre les tubercules de même âge de deux pieds différents.

Cela posé, j'aurai donc à étudier : 1° la formation des jeunes tubercules ; 2° les variations de composition que subissent les tubercules adultes dans le courant d'une année ; 3° la disparition des matières de réserve dans les tubercules qui se flétrissent.

Pour résoudre la première et la seconde question, il me suffira de suivre les jeunes tubercules depuis le moment de leur formation en Mars jusqu'au mois de Novembre de l'année suivante. Les tableaux 47 et 48 renferment les résultats des dosages relatifs à cette période.

TABLEAU 47

	Poids de la matière sèche	Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs	non réducteurs	solubles dans l'eau	insolubles
23 mars.	1,120	0,110	0,181	0,122	0,064
11 mai	1,771	0,322	0,678	0,108	0,060
13 juin	1,880	0,436	0,706	0,136	0,082
21 juillet	1,825	0,207	0,538	0,202	0,068
1 septembre	1,845	0,206	0,296	0,205	0,084
12 octobre	1,804	0,174	0,272	0,189	0,100
22 novembre	1,857	0,160	0,256	0,297	0,090
26 décembre	4,026	0,464	0,733	0,548	0,169
21 février.	1,678	0,140	0,373	0,200	0,082
23 mars.	1,654	0,193	0,387	0,166	0,069
11 mai	1,904	0,288	0,572	0,222	0,070
13 juin	1,919	0,482	0,629	0,130	0,055
21 juillet	1,875	0,207	0,686	0,204	0,061
1 septembre	1,868	0,222	0,358	0,200	0,083
12 octobre	1,602	0,185	0,297	0,174	0,057
22 novembre	1,863	0.220	0,254	0,215	0,130
26 décembre	1,967	0,198	0,453	0,390	0,078

TABLEAU 48

	Sucres		Matières amylacées	
	réducteurs °/o	non réducteurs °/o	solubles dans l'eau °/o	insolubles °/o
23 mars.	9	16	10	5
11 mai	18	38	6	3
13 juin	23	37	7	4
21 juillet	11	29	11	3
1 septembre	11	15	11	4
12 octobre	9	15	10	5
22 novembre	8	14	15	4
26 décembre	11	18	13	4
21 février.	8	22	12	4
23 mars.	11	23	10	4
11 mai	15	30	11	3
13 juin	25	32	6	2
21 juillet	11	36	10	3
1 septembre	11	19	10	4
12 octobre	11	19	10	3
22 novembre	11	13	11	7
26 décembre	10	23	19	3

On reconnaît tout de suite que le sucre est la principale matière de réserve de l'Asphodèle. Pendant toute l'année on trouve en même temps du sucre réducteur et du sucre non réducteur. Pour chacune de ces deux catégories de sucre, le maximum a lieu en Mai et Juin, c'est-à-dire à la fin de la période de végétation active. Pendant l'automne et l'hiver, c'est-à-dire pendant la période de vie ralentie et au commencement de la période de vie active, la proportion est bien moindre. Il faut remarquer que la proportion de sucres réducteurs varie dans le même sens que celle des sucres non réducteurs. C'est là un fait qu'on n'observe pas généralement dans les plantes à réserve sucrée et sur lequel je reviendrai tout à l'heure. En même temps que du sucre, les tubercules d'Asphodèle renferment un hydrate de carbone insoluble dans l'alcool, soluble dans

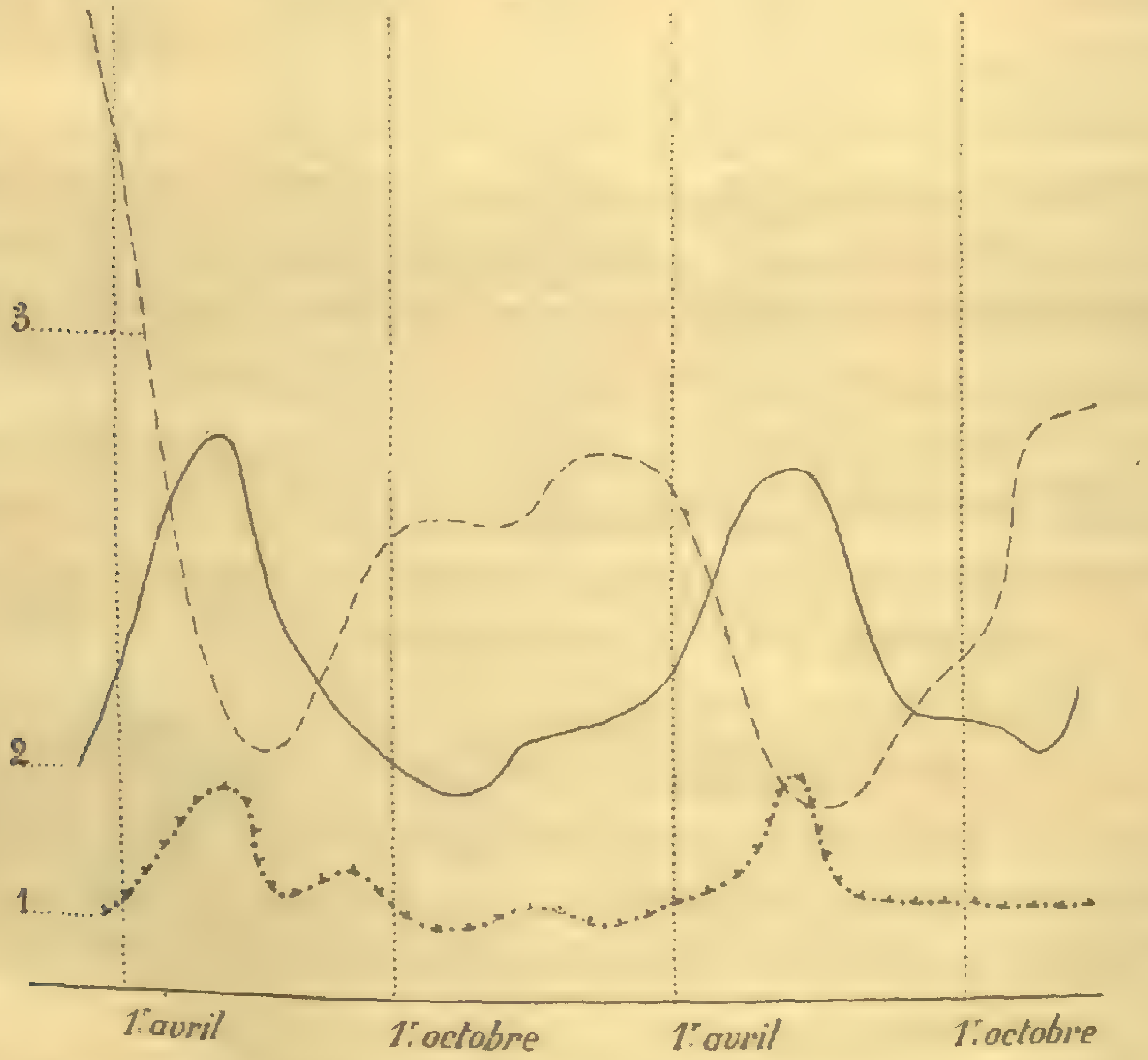


Fig. 99. — 1, sucres réducteurs; 2, ensemble des sucres; 3, eau. La courbe 3 est à une échelle 10 fois plus faible que 1 et 2.

l'eau et que l'on peut considérer comme une dextrine. La proportion de ce composé est peu considérable et paraît varier en sens inverse de celle du sucre, le maximum de la dextrine est, en effet, en Novembre et le minimum en Juin. Les matières amylacées insolubles dans l'eau sont en très petite quantité et ne jouent pas de rôle physiologique important. La variation de l'ensemble des hydrates de carbone dosés s'effectue dans le même sens que la variation des sucres, c'est-à-dire que le maximum est en Juin et le minimum en Novembre.

Les courbes représentées par la figure 99 sont destinées à rendre plus sensibles la périodicité des variations. La courbe 1 se rapporte aux sucres réducteurs et la courbe 2 à l'ensemble des sucres réducteurs et non réducteurs. Il est intéressant de constater que les maxima de ces deux courbes ont lieu aux mêmes époques. On verra un peu plus loin les conséquences qu'on en peut tirer relativement aux rôles des divers hydrates de carbone dans l'Asphodèle.

Je vais maintenant indiquer les modifications qui surviennent dans les tubercules les plus âgés qui se flétrissent et sont sur le point de disparaître. Du mois de Mai au mois de Novembre, les tubercules les plus vieux ont à peu près la même composition que les autres. Pendant l'hiver, au contraire, alors que la végétation active recommence, on voit les plus vieux tubercules se flétrir, puis finalement se dessécher ; il semble que pendant cette période la plante puise dans les vieux tubercules les matières nutritives nécessaires à la formation des nouvelles feuilles. Pour montrer la nature des modifications que subissent les vieux tubercules flétris, j'indiquerai seulement les résultats que j'ai trouvés en Février et en Mars en étudiant ces vieux tubercules et les tubercules d'âge moyen.

TABLEAU 49

		Sucres		Matières amylacées	
		réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
21 février.	Tubercules moyens.	8	22	12	4
	» vieux. .	18	12	3	3
23 mars .	» moyens.	11	23	10	4
	» vieux. .	26	1	5	6

Dans les tubercules en voie de digestion, le sucre réducteur augmente donc aux dépens du sucre non réducteur et de la dextrine. Le sucre réducteur est donc encore dans ce cas la forme sous laquelle les autres hydrates de carbone sont rendus assimilables par les sucs digestifs.

On peut d'ailleurs corroborer cette conclusion en mettant en évidence l'action des diastases renfermées dans les cellules. Pour cela je doserai les hydrates de carbone soit directement, soit après avoir écrasé les tubercules au contact de l'eau afin de faciliter l'action des diastases. C'est au moment du développement des jeunes feuilles que les diastases sont les plus abondantes; je me bornerai donc, pour montrer leur mode d'action; à citer une expérience faite au mois de Mars sur des tubercules d'âge moyen et sur des tubercules vieux.

TABLEAU 50.

			Sucres		Matières amylacées	
			réducteurs °/₀	non réducteurs °/₀	solubles dans l'eau °/₀	insolubles °/₀
Tubercules	moyens	entiers	8	22	12	4
		écrasés. . . .	22	11	7	4
	vieux	entiers	18	12	3	4
		écrasés. . . .	28	2	3	4

Dans les tubercules vieux l'action des diastases a eu pour effet de transformer en sucres réducteurs la presque totalité des sucres non réducteurs ; dans les tubercules d'âge moyen une transformation du même ordre s'est opérée, mais moins complètement ; de plus, la proportion de dextrine a diminué au profit de la proportion de sucres. L'action des diastases produit donc dans ce cas une série de transformations dans le même sens que pour les autres plantes étudiées.

J'ai fait quelques essais comparatifs afin de déterminer la quantité de matière précipitée par le sous-acétate de plomb. On sait qu'en traitant par ce réactif l'extrait alcoolique repris par l'eau, on élimine surtout les glucosides. Au mois de Juin, lorsque la proportion de sucre atteint son maximum, les glucosides sont peu abondants ; en ne traitant pas par le sous-acétate on trouve à peine 1 °/₀ de sucre en plus. Au contraire, pendant l'hiver, lorsque la quantité de sucre est moindre, le sous-acétate précipite une plus grande quantité de matière ; en Novembre et Décembre, par exemple, j'ai trouvé que la proportion de sucre était plus forte de 5 à 8 °/₀ lorsque je ne traitais pas par le sous-acétate.

Il semblerait d'après cela que pendant l'automne et l'hiver une partie du sucre a contribué à former des glucosides et cela expliquerait, en partie au moins, la diminution dans la proportion de sucre à cette époque.

En ne traitant pas par le sous-acétate dans le dosage de la dextrine, je trouve environ 3 à 5 °/₀ de cette substance en plus et cela pendant toute l'année. On sait que dans ces circonstances le sous-acétate précipite les matières mucilagineuses ; ces matières existent donc pendant toute l'année en proportion notable dans les tubercules d'Asphodèle. Dans le dosage des hydrates de carbone insolubles dans l'alcool et dans l'eau, la suppression du traitement par le sous-acétate m'a fait trouver environ 2 à 4 °/₀ de matière en plus pendant l'automne et l'hiver ; en été, le résultat du dosage est à peu près le même, avec ou sans traitement par le sous-acétate.

Il résulte de ce qui précède que les hydrates de carbone renfermés dans les tubercules d'Asphodèle sont surtout des sucres réducteurs et non réducteurs et une matière analogue à la dextrine. Les nombres que j'ai donnés dans les tableaux 47 et 48 sont ceux qui se rapprochent le plus de la moyenne. Mais, les résultats obtenus par l'étude de pieds comparables montrent que les divers hydrates de carbone trouvés peuvent dans une certaine mesure se remplacer. Ainsi, par exemple, le 27 Décembre 1896 j'ai trouvé dans un tubercule jeune 14 °/₀ de sucres et 29 °/₀ de dextrine ; à la même époque, en 1897, j'ai trouvé dans des tubercules au même état 34 °/₀ de sucres et 10 °/₀ de dextrine. La somme est sensiblement la même, mais le rapport des deux matières est excessivement différent. On ne peut s'expliquer ces variations qu'en admettant que la matière hydro-carbonée peut, suivant des circonstances peu importantes, se présenter sous une forme plutôt que sous une autre ; cela est d'autant plus admissible qu'il semble que, dans la plante vivante, les dextrines puissent se transformer en sucres et inversement. On a vu en effet, d'une part, que les diastases transforment les dextrines en sucres. D'autre part, après le mois de Juin, pendant la vie ralentie, le sucre diminue et la dextrine augmente, on peut en induire que les sucres se transforment en dextrine ; cette transformation pouvant être poussée plus ou moins loin, on s'expliquerait ainsi comment à un moment donné les quantités relatives de sucres et de dextrine sont très différentes ; cela tiendrait simplement à ce que les conditions qui favorisent la transformation des sucres en dextrine ont été réalisés à des degrés différents. L'étude chimique des propriétés du sucre non réducteur et de la dextrine de l'Asphodèle montrerait d'ailleurs probablement qu'il y a peu de différences entre ces deux composés.

Une autre observation à laquelle donne lieu l'examen des courbes de la figure 13 c'est que dans les tubercules adultes la proportion des sucres réducteurs varie de la même façon que celle des sucres non réducteurs. Le glucose passe par un maximum au mois de Juin en même temps que le saccharose. Ordinairement il n'en est pas ainsi et les sucres réducteurs passent par un minimum au commencement de la vie ralentie lorsque les matières de réserve passent par un maximum.

Une première explication de cette singularité apparente serait d'admettre qu'il n'y a dans les tubercules d'Asphodèle qu'une seule sorte de sucre ayant un pouvoir réducteur inférieur à celui du glucose et pouvant se transformer en glucose sous l'action de l'acide chlorhydrique. Si cette hypothèse était exacte, le rapport entre les sucres réducteurs et les sucres non réducteurs devrait être constant; mais on constate qu'il n'en est pas ainsi, le rapport entre les deux sortes de sucres étant variable avec l'âge des tubercules. Il est cependant possible que l'hypothèse que je viens de faire soit partiellement exacte et que le sucre trouvé dans les Asphodèles soit un mélange de glucose et d'un saccharose peu réducteur tel, par exemple, que le maltose ; une étude chimique approfondie pourrait seule résoudre cette question.

D'ailleurs, ce parallélisme entre la courbe du glucose et celle du saccharose est une exception beaucoup plus apparente que réelle. Si on observe dans les autres plantes que le glucose varie en sens inverse du saccharose, c'est que l'on considère des organes de réserve en voie de formation ou de digestion. Dans le cas actuel, on a suivi pendant une année un tubercule adulte dont les réserves ne seront digérées peut-être que dans plusieurs années : les deux cas ne sont pas comparables. Un tubercule d'âge moyen considéré du mois de Juin d'une année au mois de Juin de l'année suivante, subit dans sa composition des transformations qui se reproduisent périodiquement chaque année. Mais on ne peut pas dire que les réserves qu'ils renferment soient digérées comme le sont, par exemple, celles d'un bulbe d'Ognon ou de Tulipe au moment de la floraison. Tout au plus y a-t-il une digestion partielle n'intéressant qu'une faible partie de la réserve. C'est seulement dans les vieux tubercules qui se flétrissent que la digestion a lieu d'une façon complète, et alors on voit la proportion des deux sortes de sucres varier en sens inverse ; le sucre non réducteur diminue rapidement, tandis que le sucre réducteur augmente. C'est en somme sous forme de sucre réducteur que sont assimilées les réserves hydrocarbonées de l'Asphodèle. Les phénomènes chimiques de la digestion sont donc essentiellement les mêmes que dans les autres plantes à réserves sucrées.

On peut donc admettre que la matière de réserve de l'Asphodèle est formée par un mélange de sucres réducteurs et de sucres non réducteurs (cette hypothèse n'excluant pas la présence d'un sucre intermédiaire entre le glucose et le saccharose au point de vue de la réduction). Pendant la période adulte des tubercules, ces deux sortes de sucres subissent en même temps des variations périodiques annuelles. Plus tard, lorsque les tubercules sont digérés, les sucres non réducteurs se transforment en glucose assimilable.

Les variations de la proportion d'eau sont en rapport avec les variations des matières de réserve et surtout du sucre. Le tableau 51 donne la proportion d'eau pendant les 18 premiers mois de la vie d'un tubercule ; la courbe 3 de la figure 99 n'est que la traduction graphique de ce tableau. On voit tout de suite que la courbe de l'eau est inverse de celle des réserves et présente un minimum vers le mois de Juin ou de Juillet. Il faut remarquer cependant que le minimum de l'eau a lieu un peu après le maximum des réserves. Ce retard est surtout sensible la première année et cela s'explique

TABLEAU 51

	Poids de la matière fraiche	Poids de la matière sèche	Eau	Eau °/o de matière sèche
23 mars.	8,157	0,662	7,495	1132
11 mai	20,999	3,077	17,922	582
13 juin	41,757	9,990	31,767	318
21 juillet	32,407	9,052	23,355	258
1 septembre	71,759	14,933	56,826	380
12 octobre	58,897	9,814	49,083	501
22 novembre	30,154	4,861	25,293	520
26 décembre	73,585	12,153	61,432	505
8 février.	73,123	10.911	62,212	570
23 mars.	21,901	3,330	18,571	557
11 mai	19,307	4,019	15,288	380
13 juin	35,072	10,712	24,360	227
21 juillet	24,892	7,664	17,228	224
1 septembre	34,207	8,334	25,873	310
10 octobre	28,972	6,372	22,600	354
22 novembre	24,986	3,510	21,476	611

facilement. Les tubercules qui se développent au mois de Mars renferment en effet une quantité d'eau très considérable, plus de 1.000 %, on conçoit qu'en Mai ou Juin il reste encore plus d'eau dans ces tubercules que dans ceux qui sont déjà formés depuis plusieurs années.

Dans les tubercules âgés qui commencent à se flétrir, la proportion d'eau augmente considérablement. Ainsi, au mois de Février et de Mars, les vieux tubercules renferment de 900 à 1.000 parties d'eau pour cent de matière sèche. On a vu qu'il en est ainsi généralement dans tous les organes de réserve en voie de destruction.

En somme, les tubercules qui sont les organes de réserve de l'Asphodèle vivent pendant plusieurs années; leur période de formation est très courte et dure à peine 2 ou 3 mois, en Mars et Avril. Puis, pendant plusieurs années, ils demeurent sans changement extérieur apparent. C'est ce qu'on peut appeler leur période adulte. Enfin, au printemps d'une année suivante, les tubercules devenus les plus âgés se flétrissent, les matières de réserve qu'ils renferment étant digérées.

La matière de réserve est essentiellement formée par un mélange de sucre réducteur, de sucre non réducteur et de dextrine; le sucre non réducteur jouant le rôle le plus important. Pendant la période adulte, le tubercule subit dans sa composition des variations annuelles périodiques en rapport avec la périodicité de la végétation; vers le mois de Juin, les sucres présentent un maximum et l'eau un minimum, en même temps que la vie de la plante commence à se ralentir. Puis, à partir du mois de Juillet, l'eau augmente et les sucres diminuent. Il est probable qu'à ce moment les matières sucrées se transforment partiellement en substances qui ne sont pas dosables par la méthode que j'ai suivie et qui retiennent l'eau avec énergie. Dès le mois de Novembre, le bourgeon qui doit se développer au printemps suivant, commence à se former, la vie n'est donc pas très ralentie pendant l'hiver.

Enfin, au mois de Mars, et sans que l'on observe de changements considérables dans les tubercules adultes, la période de végétation active commence; de jeunes tubercules se forment et les tubercules les plus vieux se flétrissent; on constate alors dans ces derniers des changements considérables; presque toutes les substances de réserve s'y transforment en glucose directement assimilable.

STACHYS TUBERIFERA

Les tubercules du *Stachys tuberifera* ont été étudiés au point de vue morphologique par M. Seignette (1) et au point de vue chimique par M. de Planta (2) ; ce sont des organes de réserves formés par un certain nombre d'entrenœuds renflés et situés à l'extrémité de rameaux souterrains. M. de Planta en a fait l'analyse complète au mois de Février, pendant la période de vie ralentie. Il a trouvé que les matières de réserve étaient constituées surtout par un hydrate de carbone, la galactane, qui, par ses propriétés, est intermédiaire entre le sucre et l'amidon.

M. de Planta a trouvé dans les tubercules de *Stachys* 78 °/₀ de matières non azotées ; mais en se rapportant au travail (3) où il a décrit les procédés d'analyses employés, on voit que ce nombre n'a pas été obtenu directement, mais bien en prenant la différence entre 100 et la somme des matières dosées directement (matières azotées, cendres, etc.). En dosant directement les hydrates de carbone transformables en sucres, il n'a trouvé qu'environ 51 °/₀.

Je n'ai pas pu employer la même méthode que pour les autres plantes. L'alcool à 90° dissout, en effet, non-seulement les sucres, dans le cas où il y en aurait, mais encore une certaine quantité de galactane dont la plus grande partie reste insoluble. De la sorte, les sucres ne sont pas isolés et la galactane se trouve divisée en deux parties ; pour dissoudre complètement la galactane avec de l'alcool à 90°, il faudrait employer de grandes quantités de dissolvant ou épuiser plusieurs fois la matière à analyser. Il m'a paru préférable de traiter d'abord par l'alcool absolu les tubercules desséchés et pulvérisés. Les sucres sont ainsi dissous si la quantité d'alcool est suffisante et la galactane reste complètement insoluble. Je traite ensuite par l'eau qui dissout toute la galactane et peut-être aussi d'autres hydrates de carbone voisins que je ne chercherai pas à isoler. Je traite ensuite par l'acide chlorhydrique à chaud afin de transformer la galactane en sucre réducteur qui se dose avec la liqueur de Fœhling; puis je traite par l'acide chlorhydrique à chaud la matière épuisée par l'eau, ce qui permet de doser, à l'état de glucose, les hydrates de carbone insolubles dans l'eau. Dans les deux cas je précipite par le sous-acétate de plomb avant de faire agir la liqueur de Fœhling.

---

(1) Seignette : *Revue générale de Botanique*, tome 1. p. 415, 1889.
(2) de Planta : *Revue générale de Botanique*, tome 1, p. 85, 1889.
(3) de Planta : *Versuchsstationen*, tome 35, p. 437, 1888.

Les tubercules que j'ai étudiés ont été semés au mois de Janvier, les uns dans une serre, les autres en pleine terre. Les premiers m'ont surtout servi à étudier la digestion des réserves, les seconds seuls ont donné des pieds adultes où j'ai pu étudier la formation des nouveaux tubercules, à partir du mois d'Août.

Le tableau 52 montre les quantités de galactane et de matières amylacées insolubles renfermées dans les tubercules aux divers états de leur développement. Le 13 Août, les tubercules apparaissent à peine sous forme d'un petit renflement au sommet des rhizomes; le 14 Septembre, ils étaient un peu plus gros ; le 14 Octobre ils avaient leur aspect et leurs dimensions définitives. Le 11 Janvier correspond à la période de vie ralentie. Le 26 Janvier, la germination était commencée et la tige verte avait déjà 4^{cm} de hauteur; plus tard le développement de la plante était de plus en plus avancé.

TABLEAU 52

	Poids de la matière sèche	Matières amylacées		Matières amylacées	
		solubles dans l'eau	insolubles	solubles dans l'eau °/o	insolubles °/o
13 août	1,469	0,385	0,078	26	5
14 septembre	1,428	0,521	0,088	36	6
14 octobre.	1,622	0,740	0,100	45	6
11 janvier.	3,757	1,904	0,238	50	6
26 janvier.	1,477	0,602	0,059	40	4
24 février.	0,483	0,092	0,022	18	4
19 mars.	0,496	0,046	0,030	9	6
1 mai	1,590	0,111	0,091	7	5

On voit que la galactane se conduit comme une substance de réserve, la proportion en augmente constamment depuis le commencement de la formation jusqu'à la maturité des tubercules, puis diminue pendant la germination jusqu'à la complète digestion des réserves. La proportion de matières amylacées insolubles dans l'eau reste à peu près constante pendant toute la vie des tubercules.

Je n'ai pas fait figurer sur ce tableau les quantités de sucres extraites par l'alcool absolu à cause de leur peu d'importance. C'est tout au plus, en effet, si j'ai pu extraire, 0,1 ou 0,2 °/₀ de sucre qui réduisait d'ailleurs directement la liqueur de Fœhling. Cette faible proportion donne la certitude que tout le sucre a été dissous par l'alcool absolu ; la quantité d'alcool employé aurait pu en effet dissoudre environ 0 gr. 500 de sucre, et j'en ai trouvé au plus 0 gr. 010. Aussi bien pendant la formation des tubercules que pendant leur germination, le glucose n'existe donc qu'à l'état de traces. On doit en conclure, ou bien que la galactane est assimilable directement, ou bien que le glucose qui proviendrait de la digestion de la galactane est assimilé au fur et à mesure de sa production. Pour élucider cette question, j'ai recherché le glucose dans des tubercules en germination après les avoir écrasés et laissé macérer dans l'eau pendant 24 heures. Dans ces conditions, les diastases agissent sur les matières de réserve sans que le produit de la digestion soit consommé ; le glucose, s'il était le produit de l'action des diastases, devrait donc s'accumuler en quantité notable. En réalité j'ai trouvé dans cette expérience un peu plus de glucose que dans le dosage direct, mais toujours en quantité très faible 0,6 °/₀ au lieu de 0,2 °/₀.

Si l'on se souvient des quantités beaucoup plus considérables de glucose qui sont produites dans les expériences semblables faites avec les tubercules d'Ophrys ou le rhizome d'Arum, on pensera sans doute que le glucose n'est pas le produit normal de la digestion de la galactane ; il est probable que la galactane est assimilée directement.

J'ai refait les mêmes dosages en ne traitant pas par le sous-acétate de plomb : la proportion de galactane trouvée a été alors supérieure de 7 à 8 °/₀.

Le tableau 53 indique la proportion d'eau renfermée dans les tubercules ; on voit que le sens de la variation est le même que dans les organes de réserve de la plupart des autres plantes ; la proportion d'eau diminue depuis le commencement de la formation jusqu'à la période de vie ralentie, puis augmente pendant toute la période de destruction des réserves.

TABLEAU 53

	Poids de la matière fraîche	Poids de la matière sèche	Eau	Eau °/₀ de matière sèche
août	10,772	1,487	9,285	624
14 septembre	10,084	1,452	8,632	594
14 octobre	20,399	3,877	16,522	426
11 janvier.	9,088	1,959	7,129	364
26 janvier.	16,588	2,390	14,198	593
24 février.	4,412	0,487	3,925	806
19 mars.	6,510	0,501	6,009	1199
1 mai	11,962	0,887	11,075	1249

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Composition des réserves. — Dans les exemples que j'ai étudiés, les réserve accumulées dans les parties souterraines sont essentiellement formées de matières hydrocarbonées telles que l'amidon, l'inuline, les dextrines, les sucres. Pendant la période de vie ralentie, où les réserves ont leur composition caractéristique, ces substances existent dans les organes de réserve soit à l'état isolé, soit le plus souvent mêlées les unes aux autres dans des proportions diverses. Il est difficile de faire une classification très nette des plantes d'après la composition chimique de leurs réserves, car il y a pour ainsi dire autant de cas particuliers que d'espèces ; on peut néanmoins rapprocher dans un certain nombre de catégories les cas qui se ressemblent le plus.

1° *Amidon.* — Parmi les plantes que j'ai étudiées, celles dont les réserves sont presque exclusivement formées d'amidon sont : les tubercules de pomme de terre, les rhizomes d'Arum et d'Iris, les tubercules de Colchique et de Renoncule. On peut y trouver aussi un peu de dextrine et de sucre, mais toujours en quantité très faible.

2° *Amidon et dextrines.* — Dans beaucoup d'organes de réserve, l'amidon se trouve mêlé à des dextrines ou à des substances mucilagineuses plus ou moins solubles dans l'eau. Tels sont les tubercules d'Ophrys, les bulbes de Lis, de Tulipe et de Jacinthe. La séparation entre les substances solubles dans l'eau et celles qui sont insolubles est quelquefois assez facile à faire, comme dans la Tulipe par exemple ; d'autres fois, comme pour l'Ophrys, il se forme au contact de l'eau froide une sorte d'empois dont il est très difficile d'extraire par filtration les matières solubles dans l'eau.

3° *Amidon, dextrine* et *sucres non réducteurs.* — C'est là un cas très particulier que je n'ai rencontré que dans les tubercules de Ficaire. La réserve, d'abord exclusivement amylacée, se transforme ensuite partiellement, avant le commencement de la digestion, en dextrine et en sucres non réducteurs.

4° *Inuline* et *lévuline.* — C'est le cas du Dahlia que l'on peut considérer comme comparable à celui de la Tulipe, où l'amidon aurait été remplacé par l'inuline et la dextrine par la lévuline.

5° *Inuline, lévuline* et *sucres non réducteurs.* — On trouve ces trois substances réunies dans le Topinambour, comme dans la Ficaire on trouvait l'amidon, la dextrine et les sucres.

6° *Sucres réducteurs et non réducteurs.* — Un mélange de sucres réducteurs et non réducteurs forme la plus grande partie des réserves de l'Ognon et de l'Asphodèle, mais on y trouve en même temps et en proportion variable d'autres substances hydrocarbonées telles que les dextrines et les gommes.

Digestion des matières de réserve. — Après une période de vie plus ou moins ralentie, la végétation de la plante redevient active et les réserves accumulées dans les parties souterraines sont digérées pour servir à la formation des premières racines et des premières feuilles.

Les réactions qui se produisent alors ont une remarquable uniformité : l'amidon est transformé en dextrine, puis en sucres non réducteurs, puis en sucres réducteurs. Les dextrines sont transformées en sucres non réducteurs, puis en sucres réducteurs. L'inuline se conduit comme l'amidon, mais donne d'abord de la lévuline et non de la dextrine ; de plus, le dernier terme de la digestion est du lévulose et non du glucose. Le sucre de canne est transformé également en sucre réducteur.

Les matières de réserves hydrocarbonées sont donc, directement ou indirectement, transformées en sucre réducteur ou glucose et c'est sous cette forme qu'elles sont assimilées. La galactane qui constitue la réserve du Stachys paraît seule faire exception à cette règle; c'est une substance intermédiaire par ses propriétés entre la dextrine et le sucre et qui semble être assimilée directement.

Si la série des transformations des substances hydrocarbonées est uniforme, les produits intermédiaires entre la matière de réserve et le glucose assimilable s'accumulent en proportions variables. Ainsi, dans la pomme de terre, même au moment où la digestion est la plus active, on ne trouve que des quantités très faibles de dextrine et de sucre ; la dextrine et les sucres non réducteurs sont transformés en glucose aussitôt après leur production aux dépens de l'amidon ; le glucose à son tour est assimilé immédiatement après sa production et ne s'accumule pas dans le tubercule. On trouve les produits intermédiaires en quantité un peu plus forte dans le rhizome d'Arum et surtout dans l'Iris et le Colchique, la production du glucose étant plus rapide que sa consommation. Dans la Renoncule on a vu qu'au début de la végétation, les produits intermédiaires, dextrine et sucres, étaient très abondants et diminuaient ensuite, l'assimilation étant supérieure à la production.

Dans tous les cas, la digestion des matières amylacées est due à des diastases dont on peut montrer l'action en écrasant les organes de réserves frais et en les laissant macérer dans l'eau pendant quelques heures. Dans ces conditions la digestion est activée et les produits intermédiaires, ainsi que le glucose, peuvent se produire en quantités relativement considérables. C'est là un moyen de mettre en évidence les produits de la digestion et aussi de déterminer les parties des organes de réserves où les diastases sont les plus actives.

Formation des réserves. — Le mécanisme de la formation des réserves est moins net que celui de la digestion ; on n'a plus en effet affaire ici à des diastases dont les réactions sont simples, mais à l'action directe du protoplasma vivant ; on ne peut donc pas accélérer les réactions par l'expérience et augmenter la proportion des produits intermédiaires qui peuvent se former ; on doit se contenter de constater la présence des composés qui se trouvent dans les organes de réserve en voie de formation et qui semblent servir à former ces réserves. Ainsi les jeunes bulbes de Tulipe renferment de la dextrine et du sucre non réducteur en proportion assez considérable pendant que l'amidon se forme ; le sucre, puis la dextrine diminuent à mesure que l'amidon augmente ; on peut en conclure que le sucre se transforme en dextrine et la dextrine en amidon; mais cette transformation ne pouvant être reproduite par l'expérience il y a toujours quelque chose d'hypothétique dans une pareille conclusion.

Dans la plupart des autres plantes à réserves amylacées on peut faire des observations du même genre; les sucres, surtout les sucres non réducteurs, et la dextrine précèdent généralement la formation de l'amidon ; néanmoins dans la pomme de terre et l'Arum par exemple, les jeunes tubercules ne renferment que des quantités insignifiantes de sucre et de dextrine ; il se peut alors, soit que la matière amylacée se forme directement aux dépens de substances autres que le sucre, soit plutôt que le sucre soit transformé en matière amylacée dès son arrivée dans l'organe de réserve.

De l'ensemble des faits observés, il semble néanmoins résulter que les réactions qui donnent lieu à la formation des réserves amylacées sont inverses de celles qui accompagnent leur digestion ; le point de départ paraît être cependant un sucre non réducteur et non un sucre réducteur ; les sucres non réducteurs serviraient à former la dextrine, et la dextrine l'amidon. Il y a là une certaine analogie avec ce qui se passe dans les fruits charnus où les sucres non réducteurs se forment d'abord tandis que les sucres réducteurs apparaissent plus tard et proviennent de la transformation des sucres non réducteurs.

L'inuline et la lévuline se conduisent encore à ce point de vue comme l'amidon et la dextrine. La galactane du Stachys qui est assimilée directement se forme aussi directement.

Périodicité dans la composition des organes de réserve vivaces. — La plupart des organes de réserve que j'ai étudiés sont bisannuels, Pendant la première année les réserves se forment, pendant la seconde elles sont digérées, et entre la formation et la digestion se trouve une période de repos. Mais certains organes de réserve vivent pendant plus de deux années ; tels sont les tubercules d'Asphodèle et de Dahlia, les rhizomes d'Iris et d'Arum. Entre la formation et la digestion complète des réserves, il s'écoule donc une ou plusieurs années pendant lesquelles la plante passe par des alternatives de vie active et de vie ralentie. L'organe de réserve, sans changer de forme extérieure, suit par des transformations intérieures ces changements périodiques. Au début de la période de vie active, la proportion de réserves passe par un minimum, puis, au commencement de la vie ralentie, les réserves passent par un maximum.

On peut expliquer facilement cette périodicité. Lorsque la plante consomme des réserves, elle peut en effet les puiser non seulement dans les organes les plus âgés, mais dans tous ceux qui sont complètement formés, de là une digestion partielle dans les organes qui doivent vivre encore plusieurs années. De même, lorsque de nouvelles réserves sont formées, elles peuvent s'emmagasiner non seulement dans les organes en voie de formation, mais encore dans les autres plus âgés. Les tubercules ou les rhizomes vivaces seraient donc des réservoirs où la plante, suivant la saison, puiserait ou emmagasinerait des réserves nutritives.

C'est là une des principales causes des variations périodiques que présentent les réserves vivaces, mais il peut en exister une autre. Une plante, surtout à l'état de vie active, est le siège de réactions continuelles et la diminution des réserves au début de la végétation peut s'expliquer en partie par la formation de certains composés tels que les acides organiques qui, sans être assimilables, ne doivent avoir qu'une durée limitée et disparaissent pendant la vie ralentie.

Vie ralentie. — Dans les plantes bisannuelles ou vivaces, les organes de réserve passent par une ou plusieurs périodes de vie ralentie. Généralement le moment de la vie ralentie coïncide avec la saison la plus sèche, la vie active se développant de l'automne au printemps. Il semble que l'organisation des plantes herbacées à réserves souterraines ait surtout pour résultat de leur permettre de traverser, sans souffrir, les périodes de sécheresse. Il faut remarquer d'ailleurs que ces dispositions sont d'autant plus nécessaires que l'appareil absorbant des plantes que j'ai étudiées est généralement peu développé par rapport à la surface des feuilles vertes qui transpirent.

Le maximum de la proportion des réserves a lieu au commencement de la période de vie ralentie et cette proportion ne reste pas constante pendant tout le repos de la végétation comme on aurait pu s'y attendre. Même avant la formation de nouvelles feuilles ou de nouvelles racines, les réserves se transforment de façon à préparer la reprise de la végétation. Ainsi dans les bulbes de Jacinthe à l'état de repos complet apparent, l'amidon se transforme peu à peu en dextrine et en sucre; dans l'Ognon, le saccharose se transforme en glucose ; dans les racines de Ficaire, du saccharose se forme aux dépens de l'amidon.

Le repos des plantes vivaces est donc plus apparent que réel ; si la végétation est arrêtée, les transformations internes n'en sont pas moins actives grâce aux diastases produites par le protoplasma.

D'autre part, le moment de la floraison ne correspond pas toujours à une grande activité interne; souvent (Colchique, Asphodèle, Renoncule) la floraison marque pour les réserves le commencement de la vie ralentie.

Variations de la proportion d'eau. — Lorsque les organes de réserve sont bisannuels, les variations de la proportion d'eau s'effectuent toujours de la même façon. Dans les jeunes organes, la quantité d'eau est d'abord très forte, puis diminue à mesure que la réserve se constitue, passe par un minimum pendant la période de repos, augmente ensuite rapidement au moment de la reprise de la végétation et s'accroît jusqu'à ce que les réserves soient complètement épuisées.

Dans les organes de réserve vivaces on trouve toujours une grande proportion d'eau aux époques de la formation et de la destruction finale des réserves; entre ces deux périodes extrêmes la proportion d'eau subit des variations périodiques annuelles en rapport avec l'état de la végétation. A la fin de la période de vie active, lorsque les réserves atteignent leur maximum, la proportion d'eau passe par un minimum, puis au moment de la reprise de la végétation, alors que les réserves sont à leur minimum, l'eau augmente très rapidement et passe par un maximum. Les variations périodiques de l'eau sont donc inverses de celles des réserves. Chaque année, pour un organe déterminé, il y a un maximum et un minimum de l'eau ; à mesure que l'organe vieillit, les maxima et les minima sont de plus en plus élevés, de sorte que, à un moment donné, les organes de réserve d'un même pied renferment d'autant plus d'eau qu'ils sont plus âgés.

La première cause à laquelle on serait tenté d'attribuer les variations de l'eau est la variation d'hydratation du milieu extérieur; mais il suffit d'examiner un exemple quelconque pour se convaincre que l'influence du milieu est relativement faible. Ainsi, dans les rhizomes d'Arum, l'eau augmente en Juillet, alors que le sol est sec, passe par un maximum en Septembre et diminue ensuite rapidement en Octobre, alors que l'hydratation du sol augmente. Il y a, au contraire, un rapport constant entre l'hydratation des organes de réserve et les transformations subies par les réserves.

Au moment du départ de la végétation, lorsque les réserves commencent à être utilisées, il y a toujours un rapide accroissement de la proportion d'eau, quelles que soient les conditions extérieures. On peut s'expliquer ce fait en supposant qu'il se produit alors dans les organes de réserve des composés qui attirent et retiennent l'eau avec beaucoup d'énergie ; les matières de réserve qui disparaissent en grande quantité à ce moment-là peuvent être employées, au moins en partie, à former ces composés. L'une des substances qui contribuent à attirer l'eau dans les organes de réserve est le sucre ; on remarque en effet que presque toujours les variations du sucre sont dans le même sens que celles de l'eau.

Plus tard, lorsque les réserves se constituent, les composés avides d'eau disparaissent et la proportion d'eau diminue quel que soit l'état d'humidité du sol. La proportion d'eau dépend donc de la composition chimique des organes de réserve et se trouve presque indépendante du milieu extérieur.

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES CHAMPIGNONS

PUBLIÉS EN 1894, 1895, 1896 ET 1897 (Suite).

II. — ENTOMOPHTHORÉES.

Les recherches les plus importantes, entreprises sur ce groupe, ont été, dans ces dernières années, celles de M. RACIBORSKI (1) sur le *Basidiobolus ranarum*. Cet auteur a étudié expérimentalement l'influence des conditions extérieures sur la végétation et la reproduction du *Basidiobolus*. Les résultats principaux de son travail sont les suivants. La solution nutritive la meilleure pour cultiver le *Basidiobolus* est une solution de peptone : le champignon se développe particulièrement bien dans une solution à parties égales de peptone et de glucose (1 p. 100). A basse température (6°) le mycelium reste stérile ; à température ordinaire, à l'air libre, se forment les conidies ; enfin les œufs ou *zygotes* n'apparaissent que dans des conditions de végétation difficile (milieu nutritif pauvre ou épuisé, température élevée, etc.). Le *Basidiobolus* est, d'autre part, très sensible aux variations de concentration du milieu nutritif. Dans les milieux plus concentrés (dose de glucose augmentée, adjonction de glycérine aux cultures), les cellules deviennent plus courtes, tendent vers la forme sphérique, et les cloisons deviennent obliques, souvent même longitudinales. Avec adjonction de glycérine en quantité notable, il se forme des cellules volumineuses où les noyaux continuent à se diviser mais où le cloisonnement ne se fait plus : les cellules sont devenues polynucléées. Dans ces conditions, il ne se fait plus ni conidies, ni œufs.

Sous l'influence de la concentration du milieu et après un temps assez long, les cellules épaississent leur paroi et passent à l'état de vie ralentie. Elles remplissent alors les fonctions de *spores durables*, mais elles perdent rapidement (deux mois) leur pouvoir germinatif. On peut les comparer aux chlamydospores des Mucorinées et de divers autres Champignons.

Dans des milieux convenablement choisis, le *Basidiobolus* présente

(1) Raciborski : *Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Wachsthumsweise des Basidiobolus ranarum*. (Flora, t. 82, 1896, p. 107) avec 11 figures.

un état *Palmella* typique, comme on n'en a observé jusqu'ici que chez les Algues vertes. Pour obtenir ce stade *palmelloïde*, il suffit de fournir au champignon l'azote, non plus sous forme de peptone ou d'asparagine, mais sous forme d'ammoniaque ou d'amines (sel ammoniacal, chlorhydrates de méthylamine, d'éthylamine, de propylamine), le milieu continuant à renfermer des composés hydrocarbonés (glucose, saccharose, maltose, dextrine, etc.) dans les solutions minérales normales. Comme dans les cas précédents, il ne se forme ici ni conidies, ni œufs.

Cet *état palmelloïde* conduit à la formation d'individus isolés, libres, comparables à un certain point aux *formes levures* et aux *formes oïdiales* des autres espèces. Ces trois modes de végétation à l'état isolé, analogues par le développement, constituent un groupe biologique fort intéressant. Ils ne sont qu'accidentels chez les Champignons supérieurs, mais ils constituent la règle chez les organismes inférieurs, Bactéries et *Saccharomyces*.

Enfin, si l'on fournit au *Basidiobolus* le carbone sous forme d'alcool méthylique ou de gomme, on observe un mycélium grêle avec formation de zygospores.

D'une façon générale, les zygospores de *Basidiobolus* se forment, comme nous l'avons vu, dans des conditions de vie difficile. Les mêmes causes déjà signalées par Buchner chez les Bactéries pour la formation des spores, par Van Tieghem chez les Mucorinées pour la formation des zygospores et des chlamydospores, agissent pour provoquer chez le *Basidiobolus* la formation des œufs, qui sont ici les organes de conservation.

Enfin, dernière observation fort curieuse, les deux stades de la fructification sexuée chez le *Basidiobolus*, fusion des protoplasmas et fusion des noyaux, sont souvent éloignés l'un de l'autre de plusieurs semaines, absolument comme chez les Conjuguées, où Klebahn a montré que ces deux phases peuvent même être distantes de plusieurs mois. L'épaississement de la membrane, qui caractérise la formation de l'œuf, est indépendant de la fusion des noyaux et il en est de même de la faculté germinative des zygospores : on peut faire germer celles-ci avant que la fusion des noyaux soit accomplie.

En étudiant la même espèce à un point de vue différent et plus spécialement cytologique, M. Fairchild (1) est arrivé à des résultats intéressants sur la structure et l'évolution du noyau. Ce noyau renferme un gros nucléole et un filament chromatique tantôt pelotonné tantôt anastomosé en réseau. A la caryokinèse, le réseau se décompose en filaments chromatiques distincts, il se fait un fuseau achromatique et une *plaque cellulaire* distincte. Ce dernier point est particulièrement intéressant, puisque c'est la première fois qu'on signale le fait chez les Champignons.

---

(1) Fairchild : *Ueber Kerntheilung und Befruchtung bei Basidiobolus ranarum* (Jahrb. wiss. Bot., t. XXX, 1896, p. 285), avec 2 planches.

On sait que diverses Entomophthorées (*Empusa*, *Entomophthora*) sont d'actifs destructeurs d'insectes. M. **Giard** (1) a observé récemment sur l'Ecaille-martre (chenille de *Chelonia caja*) une Entomophthorée pathogène qui est l'*Entomophthora aulicae* découvert par Frauenfeld en 1835 et décrit plus complètement par Cohn en 1870. M. Giard suppose que c'est la même espèce que celle étudiée récemment par **Von Tubeuf** (2) et qui cause une maladie redoutable sur la chenille de la Noctuelle des Pins (*Panolis piniperda* = *Trachea piniperda*).

Se basant sur la grande contagiosité des maladies ainsi déterminées par les Entomophthorées sur les insectes, M. **Webster** (3) a proposé d'utiliser la tendance des chenilles à cheminer sur les poteaux et fils de clôture pour combattre les chenilles de *Spilosoma virginica*, à l'aide de l'*Entomophthora aulicae*. Il suffit en effet de multiplier les clôtures et les fils de fer autour des végétaux ravagés pour augmenter dans des proportions énormes la mortalité par les épidémies d'*Entomophthora* lorsque celles-ci viennent à se déclarer. « Dès que ces épidémies se produisent, dit M. Giard, il convient de *ne pas enlever les chenilles mortes* et même d'arrêter tout autre essai de destruction, car beaucoup de chenilles qui paraissent saines sont déjà malades et, en outre, plus les chenilles seront nombreuses, plus l'épidémie progressera rapidement. La puissance destructive des Champignons parasites dépasse en pareille circonstance tout ce que l'homme pourrait faire.... »

M. **Lindau** (4) a repris, sous le nom d'*Empusa aulicae* l'étude de cette même espèce d'Entomophthorées. Il a suivi le développement complet du champignon et a montré comment se forment aux dépens du mycelium fragmenté, d'une part les spores durables, d'autre part les appareils conidiens. Il range ce champignon dans le genre *Empusa* à cause du filament conidifère qui est simple, le genre *Entomophthora* étant pour lui caractérisé au contraire par un appareil conidien ramifié. Pour cet auteur, ni dans le mycelium ni dans les spores durables on ne peut trouver de différences tranchées entre les deux genres.

Signalons enfin, pour terminer, une note de M. **del Guercio** (5) sur le genre *Empusa*, et quelques remarques de M. **Atkinson** (6) sur l'Entomophthorée déjà connue, *Completoria complens*, trouvée sur des prothalles de Fougères.

---

(1) A. Giard : *Le parasite de l'Ecaille-martre* (Rev. de Viticulture, 1896-I, p. 436).

(2) Von Tubeuf : *Empusa aulicae* (Forstlich. Naturw. Zeitschr., 1893).

(3) Webster : *Observations on some Entomophthoreae* (Journal of Cincinnati Nat. hist., janvier 1894) (d'apr. Giard, *loc. cit.*).

(4) Lindau : *Empusa aulicae* (Hedwigia, t. 36, p. 290) avec une figure.

(5) Del Guercio : Bull. Soc. Bot. ital., 1894, p. 89.

(6) Atkinson : *Completoria complens* (Bot. Gazette, 1894, p. 467).

III. — CHYTRIDINÉES ET ANCYLISTÉES.

Les Chytridinées ont fait l'objet d'assez nombreuses recherches récentes, mais il s'agit de notes isolées et de courts mémoires plutôt que de travaux d'ensemble sur le groupe.

M. ZOPF (1) a trouvé dans l'oogone de *Vaucheria sessilis* et *V. terrestris* un organisme parasite dont il fait le type d'un genre nouveau de Chytridinées sous le nom de *Latrostium comprimens;* c'est un genre voisin des *Rhizophidium.*

Le même auteur (2) a retrouvé en abondance dans des cellules de *Pilobolus* une Chytridinée, *Pleotrachelus fulgens*, qu'il avait observée pour la première fois en 1884 sur le *Pilobolus crystallinus.* Ce parasite change en galles les ébauches de sporanges, qui se présentent alors comme de petits tubercules jaunâtres renfermant de nombreux zoosporanges du parasite. Les zygospores de *Pilobolus* ne se sont montrées que dans les cultures atteintes par le parasite : l'auteur en conclut que l'atrophie des sporanges amène la formation des zygospores. Enfin l'auteur signale que le *Pleotrachelus* lui-même peut être attaqué à son tour par un autre parasite, l'*Endobiella destruens*, lequel peut du reste attaquer directement le *Pilobolus.*

M. DANGEARD (3) a suivi l'évolution d'une Chytridinée parasite à l'intérieur du noyau d'un Rhizopode (*Amœba verrucosa*), et il explique, par l'intervention de ce parasite, diverses anomalies qui avaient été signalées dans la structure de ce noyau et dans son mode de division. Il fait de ce parasite un genre nouveau, *Nucleophaga*, qui prendrait place à la base du groupe, au voisinage du genre *Sphærita.* Dans le même mémoire, l'auteur reprend et complète l'étude du genre *Sphærita* dont il signale une nouvelle espèce sur les Euglènes.

Enfin M. ATKINSON (4) a étudié et décrit avec soin les mouvements amiboïdes grâce auxquels les zoospores de *Rhizophidium globosum* (parasite sur des Spirogyres) effectuent leur sortie par l'ostiole du zoosporange.

Diverses Chytridinées sont parasites sur les végétaux supérieurs et peuvent y occasionner des maladies redoutables. Ainsi M. PRUNET (5) a signalé l'existence, sur le Blé, d'une Chytridinée y produisant une maladie non encore décrite. L'auteur a créé pour ce champignon un genre nouveau *Pyroctonum*, caractérisé par des filaments nus, donnant des zoosporanges d'abord nus, puis entourés d'une fine membrane qui se moule sur la paroi cellulaire; les zoospores sont à un cil, se forment dans les cellules et germent en perçant les cloisons. Enfin le parasite peut se conserver à l'aide de kystes.

---

(1) W. Zopf : *Beitr. z. Phys. und Morph. niederer Organismen*, 4ᵉ partie, 1894, avec une planche.

(2) W. Zopf : *Beiträge zur Physiol. und Morphol. niederer Organ*, 1896.

(3) Dangeard : *Mémoire sur les parasites du noyau et du protoplasma.* (Le Bot., 4ᵉ sér., fasc. 6 (1896), p. 199).

(4) Atkinson : Bot. Gazette, t. XIX (1894), p. 503.

(5) Prunet : *Maladie nouvelle du Blé, causée par une Chytridinée* (C. R. Ac. Sc., t. 119, 1894, p. 108).

Le même auteur (1) rattache à l'action d'une Chytridinée parasite les diverses maladies de la Vigne connues sous le nom de *brunissure*, *mal nero*, *anthracnose ponctuée*. Pour lui, toutes ces affections ne sont que des formes d'une seule et même maladie qu'il dénomme *Chytridiose* et dont la cause serait un *Cladochytrium* (*C. viticolum* Prunet) caractérisé ainsi : mycelium très fin, à membrane, formant des zoosporanges volumineux à nombreuses zoospores monociliées ; kystes de conservation bruns, germant au printemps en donnant des zoospores ; parasite vrai, l'auteur n'ayant pu obtenir des cultures artificielles. Enfin une maladie du mûrier est due, d'après M. Prunet, à un *Cladochytrium mori* très voisin de celui de la vigne.

Sur la pomme de terre, M. Schilbersky (2) signale aussi une Chytridinée pathogène à laquelle il donne le nom de *Chrysophlyctis endobiotica* (n. g., n s). C'est un parasite endobiotique, dépourvu de mycélium, consistant simplement, à la maturité, en zoosporanges sphériques d'un jaune d'or, trouvés d'ordinaire dans l'assise hypopéridermale du tubercule. Les zoospores sont petites et sphériques, à cil unique. Peut-être cette forme se rapproche-t-elle des parasites observés par M. Roze sur les tubercules de pommes de terre et qui, comme nous l'avons vu, ont été rattachés par lui aux Myxomycètes.

La maladie du Peuplier pyramidal, si fréquente aujourd'hui dans diverses régions de la France, et attribuée par M. Vuillemin à l'action du *Didymosphæria populina*, serait due, d'après M. Dangeard (3) à une Chytridinée, *Rhizophagus populinus* n. sp., qui attaque et détruit les plus jeunes racines.

Enfin l'organisme qui produit la *lèpre* de la Betterave ne serait, d'après M. Vuillemin (4), nullement une Ustilaginée, comme le pensent MM. Trabut et Saccardo, mais bien une Chytridinée déjà connue depuis longtemps, le *Cladochytrium pulposum* (Wallroth) Fischer.

---

(1) Prunet : *Sur une Chytridinée parasite de la Vigne* (C. R. Ac. Sc., t. 119, 1894, p. 572). — *Sur les rapports du Cladochytrium viticolum avec la Vigne* (idem, p. 1233). — *La maladie du Mûrier* (id., t. 120, 1895, p. 222).

(2) Schilbersky : *Ein neuer Schorfparasit der Kartoffelknollen* (Ber. D. Bot. Ges., t. XIV, p. 36).

(3) Dangeard : *Une maladie du Peuplier dans l'Ouest de la France* (Le Botaniste, 3^{e} série, 1896, p. 38).

(4) Vuillemin : *Origine de la lèpre de la Betterave* (C. R. As. Sc., t. 123, 1896, p. 758. — *Sur l'appareil nourricier du Cladochytrium pulposum* (id., t. 124, 1897, p. 905). — *Le Cladochytrium pulposum, parasite des Betteraves* (Bull. Soc. Bot., t. 43, 1896, p. 497.

M. DE WILDEMAN (1) a publié divers mémoires et notes sur les Chytridinées belges. Il décrit d'assez nombreuses espèces nouvelles appartenant aux genres *Lagenidium*, *Olpidiopsis* (dont il fait la monographie), *Rhizidium*, *Cladochytrium*, *Olpidium*, *Rhizophlyctis*, *Rhizidiomyces* et *Rhizophidium*, et crée un genre nouveau, *Lageniopsis*, pour un organisme intermédiaire entre les Ancylistées et les Péronosporées.

Le même auteur (2) a publié en outre un *Census Chytridinæarum* qui réunit toutes les données jusqu'ici éparses sur la systématique et l'aire de dispersion des Chytridinées. Ce relevé, qui comprend 232 espèces réparties dans 47 genres, rendra de réels services aux botanistes, trop peu nombreux encore, qui s'occupent de ce groupe intéressant de Champignons.

Parmi les espèces de Chytridinées nouvellement décrites, signalons encore le *Chytridium simulans* que M. DANGEARD (3) a observé se développant sur un champignon aquatique : la zoospore, se fixant sur un filament de ce champignon, produit un rhizoïde nu qui se développe dans le protoplasma de l'hôte et duquel il est difficile de le différencier ; plus tard, en grandissant, le parasite se transforme en un sporange sphérique rempli de zoospores à un cil. M. MORINI (4) décrit un *Rhizophidium* nouveau (*R. messanense*). Miss CLENDENIN (5) étudie deux espèces de *Synchytrium* (*S. Geranii*, *S. stellariæ*).

M. MAURIZIO (6), en même temps qu'il étudiait les Saprolégniées de Suisse, a recueilli un certain nombre de Chytridinées et d'Ancylistées dont il donne un rapide aperçu. Il décrit ensuite avec grand détail le développement de l'*Olpidiopsis major* n. sp., trouvé sur *Saprolegnia Thureti*. M. C. Schröter (7) a observé que le *Rhizophidium fuscus* (A. Fischer) Zopf se trouve exclusivement sur *Fragilaria crotonensis* var. *elongata* dans le plankton du lac de Zurich depuis juillet 1897 à octobre 1897 ; l'autre variété de la même diatomée, la var. *curta*, est libre de ce parasite. Cette exclusivité du parasite prouve, d'après l'auteur, qu'il y a, entre les deux variétés de *Fragilaria*, qui morphologiquement diffèrent très peu, une différence chimique sensible.

---

(1) E. de Wildeman : Annales de la Société belge de microscopie, t. XXIX, 1895, p. 63, avec 3 planches ; id., t. XX, 1896, p. 19, avec 3 planches, et p. 105 avec 7 planches. — Notarisia, 1895, p. 33.

(2) E. de Wildeman : *Census Chytridinæarum* (Bull. Soc. roy. de Bot. de Belgique, t. 35, fasc. I, 1896, p. 7).

(3) Dangeard : *Sur une nouvelle espèce de Chytridinée* (Le Botaniste, 5ᵉ série, 1896, p. 21).

(4) Morini : *Note micologiche* (Malpighia, t. X, 1896, p. 72), avec une planche.

(5) Ida Clendenin : *Synchytrium on Stellaria media* (Bot. Gaz., vol. XIX, 1894, p. 296), avec une planche. — *Synchytrium on Geranium carolinianum* (Bot. Gaz., vol. XX, 1895, p. 29) avec une planche.

(6) Maurizio : *Zur Kenntniss der schweizerischen Wasserpilze nebst Angaben über eine neue Chytridinee.* (Jahresber. Naturf. Ges. Graubündens, 38, Coire, 1895) avec une planche.

(7) C. Schröter : Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève, 1897, p. 474.

Signalons enfin, pour terminer, une note de M. Sappin-Trouffy (1) sur la place du *Protomyces macrosporus* Unger dans la classification. Ce champignon a une place systématique encore bien indécise. De Bary le rapprochait des Ustilaginées, MM. Plowright et Marshall Ward le mettent au voisinage des *Entyloma*, M. Van Tieghem le classe parmi les Exoascées. Pour des raisons tirées de l'étude histologique, M. Sappin-Trouffy le rattache aux Chytridinées et le place au voisinage des *Cladochytrium*.

(1) Sappin-Trouffy : *Note sur la place du Protomyces macrosporus Unger dans la classification.* (Le Botaniste, 5ᵉ série, 1897, p. 285).

(A suivre). L. Matruchot.

REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1895 ET 1896 *(Suite)*.

Les recherches de nombreux observateurs ont déjà montré que les cristalloïdes protéiques, qui avaient été considérés comme spéciaux aux tissus de réserve des graines ou des organes pérennants, se rencontraient assez fréquemment dans d'autres parties des plantes. A l'occasion d'autres recherches P. BACCARINI (1) a observé de ces cristalloïdes dans les organes floraux de plusieurs Légumineuses, spécialement des Génistées et des Phaséolées; ils apparaissent dans des coupes pratiquées dans les tissus frais et examinées dans de l'eau distillée ou dans une solution aqueuse de sucre à 3 °/₀; l'auteur a recouru également à la technique indiquée par Zimmermann et avec moins de succès à celle de Borzi (solution d'iode à 4 °/₀ dans l'alcool absolu).

Dans le *Genista Ætnensis* les cristalloïdes manquent dans tous les organes végétatifs et sont localisés dans les feuilles florales; aucune cellule du calice ni de la corolle n'en est privée; ils se rencontrent également dans les cellules épidermiques du filet et de l'anthère et dans la région stylaire du pistil; ils sont particulièrement développés dans l'épiderme interne du calice où ils occupent une grande partie de la cavité cellulaire. Après l'anthèse florale ils perdent leur forme polyédique et se convertissent en amas sphériques, tout en conservant leur réfringence spéciale et la faculté de se colorer par la fuchsine acide. Les cellules à cristalloïde sont dépourvues de noyau, ce qui donne à penser à l'auteur que ce cristalloïde est d'origine nucléaire, qu'il provient d'une dégénérescence du noyau.

Baccarini décrit de même les formations semblables qu'il a observées chez le *Spartium junceum*, l'*Astragalus sesameus*, le *Vigna glabra*, le *Phaseolus multiflorus*. Il ne voit pas dans ces formations des productions comparables au point de vue physiologique à celles qu'on observe dans les organes de réserve; il les compare aux amas mucilagineux que Strasburger a le premier décrits dans les tubes criblés du *Robinia pseudo-acacia* et du *Wistaria sinensis*, et que lui-même a retrouvés dans un grand nombre de Papilionacées; dans les deux cas on aurait affaire à un processus de dégénérescence nucléaire, dans lequel le noyau acquiert l'aspect d'une masse polyédrique plus ou moins régulière, homogène, brillante et douée d'une affinité spéciale pour les matières colorantes.

---

(1) P. Baccarini : *Sui cristalloidi fiorali di alcune Leguminose* (Bull. d. Soc. bot. ital., 1895, p. 139-144).

L.-H. **Huie** (1) signale la présence de cristalloïdes protéiques dans le cytoplasma des poils unicellulaires qui se trouvent sur le placenta du *Scilla patula*; la meilleure technique pour leur observation est, d'après l'auteur, la suivante : fixation par des solutions alcooliques concentrées d'acide picrique et de sublimé, inclusion dans la paraffine, coupes de 2 à 3μ d'épaisseur, coloration par un mélange d'éosine et de bleu de méthyle. Les cristalloïdes n'existent pas dans de très jeunes ovaires et commencent à s'y observer lorsque les ovaires ont environ 7^{mm} de long à l'état de fines granulations dont on ne peut affirmer la structure cristalline. Dans les ovaires des fleurs épanouies tous les poils contiennent des cristalloïdes qui se présentent sous forme d'aiguilles, souvent recourbées ; après la fécondation ils disparaissent souvent.

L'auteur a remarqué que l'apparition des cristalloïdes est en relation avec une diminution dans le nombre et la grosseur des nucléoles ; il émet l'hypothèse que la substance des nucléoles et celle des cristalloïdes doit servir à la nutrition des tubes polliniques.

De petits cristalloïdes se retrouvent dans les cellules épidermiques des glandes septales, en même temps que les nucléoles s'y réduisent. Dans les poils ovariens du *Hyacinthus orientalis* l'auteur a observé également des cristalloïdes cubiques tout à fait comparables à ceux de la pomme de terre.

L.-S. **Cheney** (2) signale le pétiole du *Musa Ensete* comme très favorable à l'étude des leucoplastes et de tous les stades de la formation des grains d'amidon ; on les trouve dans les assises médianes des diaphragmes qui délimitent les grandes lacunes de ces pétioles.

L. **Buscalioni** (3) démontre que le tégument de la graine de la Vesce de Narbonne, contrairement à ce qu'avait publié L. Macchiati (1891), ne diffère pas de celui des graines des autres Légumineuses et signale dans la couche profonde de ce tégument une particularité présentée par les grains d'amidon qui sont entourés par une membrane de nature mucilagineuse, se colorant par le bleu d'aniline et le rouge Congo. L'auteur rapproche ce fait de ce qu'on observe dans l'épiderme externe du tégument de la graine de l'*Eschscholtzia californica* où se trouvent de nombreux grains d'amidon, localisés surtout dans la partie profonde des cellules, et entre lesquels se constituent des cordons de nature cellulosique qui se relient les uns aux autres, de manière à former une sorte de réseau ; les mailles de ce réseau sont occupées chacune par un grain d'amidon (fig. 100 *a*) ; mais ceux-ci ne sont jamais complètement englobés, comme cela arrive dans la Vesce de Narbonne.

---

(1) L. H. Huie : *On some protein crystalloids and their probable relation to the nutrition of the pollen-tube* (La Cellule, XI, 1895, p. 83-92).

(2) L S. Cheney : *Leucoplasts* (The Bot. Gazette, 1895, p. 81).

(3) L. Buscalioni : *Sopra un caso rarissimo di encapsulamento dei granuli d'amido* (Malpighia, X, 1896, 11 p. Pl. VII).

Jusqu'ici la meilleure réaction permettant de reconnaître la chlorophylle michrochimiquement était celle de l'hypochlorine découverte par Pringsheim; malheureusement elle ne réussit pas dans tous les cas et ne donne pas toujours une certitude absolue. H. **Molisch** (1) vient d'en proposer une autre basée sur l'action de la potasse, sur la chlorophylle. Si on traite un fragment de tissu contenant de la chlorophylle par une solution aqueuse *très concentrée* de potasse, les leucites chlorophylliens prennent une coloration analogue à celle des Diatomées vivantes, pour redevenir verts au bout de 15 à 30 secondes; le passage de la couleur brune à la couleur verte s'effectue instantanément, si on chauffe jusqu'à l'ébullition ou si on ajoute de l'eau, moins rapidement par l'addition d'alcool, d'éther ou de glycérine; ce changement de couleur est analogue à celui qu'on observe dans les Diatomées, les Algues brunes ou le *Neottia Nidus-Avis* si on les soumet à l'action de la chaleur. Cette réaction peut s'appliquer aux organes desséchés conservés en herbier et aux solutions concentrées de chlorophylle.

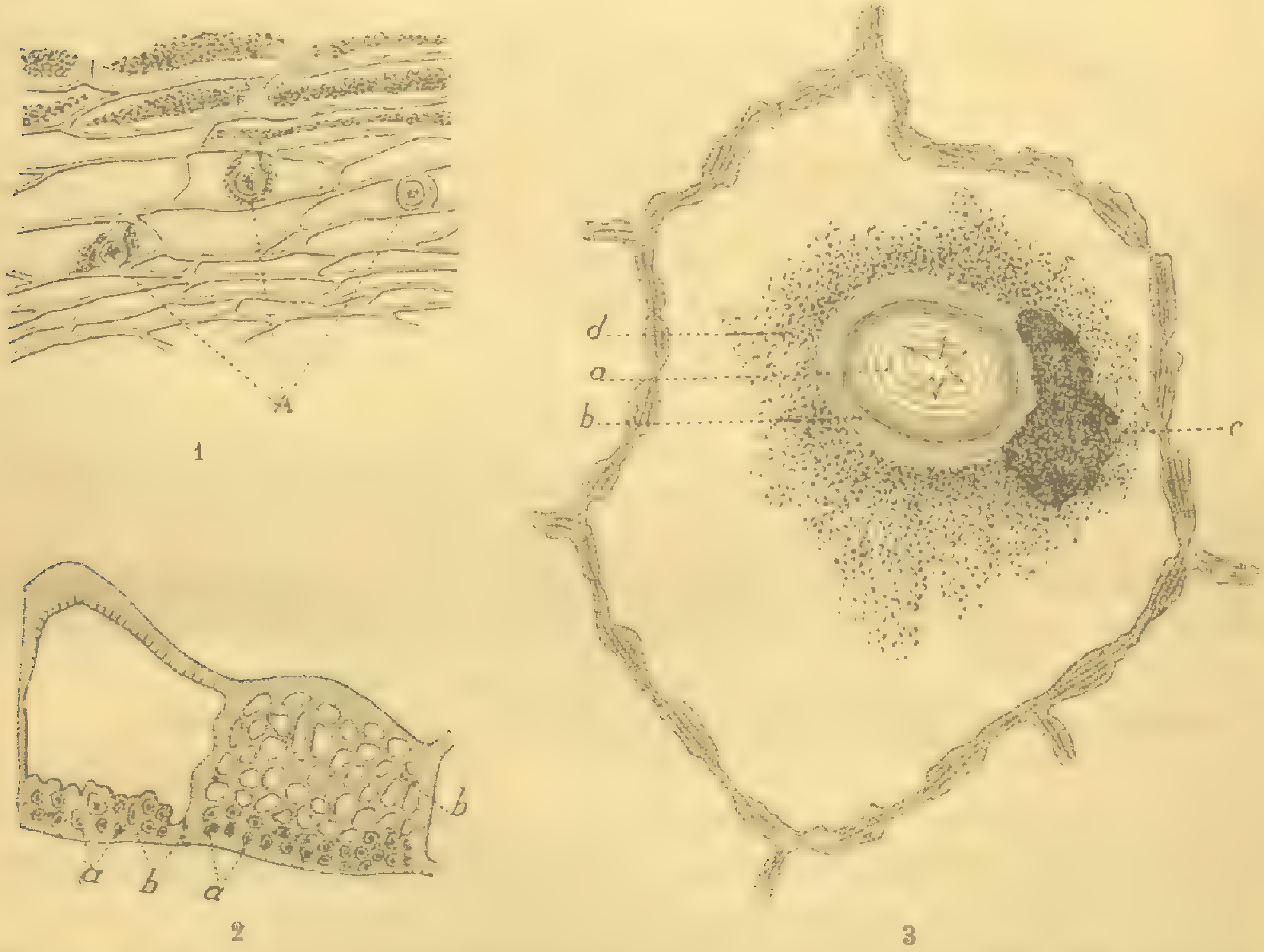


Fig. 100 à 102. — 1. — *a*, grains d'amidon entourés d'une membrane mucilagineuse, dans des cellules des assises profondes du tégument séminal de la Vesce de Narbonne (G = 100). — 2. *b*, cellule plus grossie (G = 1000) *a* grain d'amidon, *b* capsule, *c* noyau, *d* protoplasma.

---

(1) Hans Molisch : *Eine neue mikrochemische Reaction auf Chlorophyll* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., XIV, 1896, p. 16-18).

L'auteur (1) s'est servi de ce réactif nouveau de la chlorophylle pour séparer dans la feuille même la chlorophylle de la xanthophylle; il suffit pour cela de traiter quelques jours les feuilles fraîches par de l'alcool à 40° dans lequel on a fait dissoudre 20 °/ₒ de potasse; toute la chlorophylle disparaît et la xanthophylle reste dans la feuille et apparaît à l'état de cristaux dans toutes les cellules qui contenaient de la chlorophylle. Molisch indique les propriétés physiques et chimiques de ces cristaux oranges; l'acide sulfurique concentré les transforme en une matière d'un beau bleu indigo; ils deviennent également bleus sous l'action de l'acide chlorhydrique concentré contenant un peu de phénol. Avec la plupart des auteurs Molisch regarde la substance qu'il a ainsi obtenue à l'état de cristaux comme très voisine de la carotine, si elle ne lui est pas identique et propose d'employer le mot de carotine comme un terme générique s'appliquant à la xanthophylle, la chlorophylle, l'étioline, la phycoxanthine et autres pigments semblables.

Schrötter v. Kristelli (2) étudie la carotine du *Cucurbita Pepo;* il indique de quelle façon cette substance est localisée dans le péricarpe; il signale de plus, dans la région externe de ce péricarpe, l'existence de cellules contenant en abondance, à côté de gouttelettes huileuses, des masses résineuses colorées en jaune et présentant des points rouge-sombre et des dépôts rouge-brun en forme d'aiguilles, de tablettes, etc.; l'auteur considère cette substance colorante comme pouvant être identifiée par ses propriétés chimiques à la lipoxanthine.

Dans un autre mémoire (3) le même auteur signale la présence de la carotine dans l'arille des graines de l'*Afzelia Cuanzensis*; le contenu cellulaire des assises externes se dissout difficilement dans l'alcool absolu, mieux dans l'éther et très aisément dans le chloroforme, la benzine et le sulfure de carbone; l'acide sulfurique concentré transforme la substance naturellement jaune en une matière bleu interne pouvant passer au violet; ce sont les réactions de la carotine.

Schrötter a pu extraire cette substance des arilles de l'*Afzelia* et l'obtenir à l'état cristallisé.

Les auteurs qui ont observé la présence de carotine dans des arilles, Schimper et Courchet, ont signalé que l'existence de cette substance était liée à celle de chromatophores et l'ont considérée comme un produit de ceux-ci Il n'en est rien dans le cas présent; la forme sous laquelle se présente la carotine dans l'arille de l'*Afzelia* n'a pas encore été décrite chez les Phanérogames et semble analogue à celle qu'on observe dans les sporanges de quelques Mucorinées, où Zopf a signalé l'existence de cette substance sous forme de gouttelettes huileuses jaune orangé. Schrötter termine son mémoire par un résumé de nos connaissances sur les substances pigmentaires de ce groupe, sur les rapports de la lipoxanthine, de la cholestérine et de la chlorophylle, et par la liste des mémoires parus jusqu'en 1895 et relatifs à l'étude de ces matières.

---

(1) Hans Molisch: *Die Krystallisation und der Nachweis der Xanthophylls (Carotins) in Blatte* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., XIV, 1896, p. 18-29. Pl. II).

(2) H. Ritter Schrötter-Kristelli: *Zur Kentniss des Farbstoffes von Cucurbita Pepo* (Tirage à part des Verhdl. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien, 1895, 4 p.).

(3) H. Ritter Schrötter-Kristelli: *Ueber ein neues Vorkommen von Carotin in der Pflanzen* (Bot. Centralbl., LXI, 1895, p. 34-46).

J. Wittlin (1) reprend l'étude du développement des différents types de cristaux d'oxalate de calcium. Après avoir fait l'historique de la question il passe successivement en revue :

1° Les cristaux se formant dans des cavités qui sont reliées à la paroi de la cellule *(Glandes de Rosanoff)*; il les étudie dans le *Kerria japonica*, le *Cesalpinia Sapan*, les *Philodendron*, le Tilleul, le Ricin ;

2° Les cristaux qui se développent dans des poches cellulosiques et ne sont pas reliés à la membrane cellulaire (tubercules radicaux du *Robinia Pseudacacia*) ;

3° Les cristaux qui se développent dans des cavités constituées par la membrane cellulaire *(Citrus vulgaris)* ;

4° Ceux qui se forment à l'intérieur de la cellule et n'ont aucune relation avec la membrane de la cellule ;

5° Les raphides (*Scilla*, *Smilax*) ;

6° Les cristaux qu'on observe dans les grains d'aleurone de plusieurs graines (*Myristica*, *Amygdalus*) et qui, contrairement aux autres, ne semblent pas se former à l'intérieur d'une enveloppe spéciale.

De ses recherches l'auteur conclut qu'en règle générale les cristaux d'oxalate de calcium se constituent à l'intérieur d'une cavité primordiale et s'entourent d'une membrane analogue à la membrane cellulaire, et cela aussi bien pour les raphides que pour les cristaux isolés gros ou petits ; il n'y a que chez le *Citrus* que les cristaux se développent d'une façon certaine dans la membrane cellulaire. Lorsque le cristal pend dans la cellule suspendu à une sorte de battant, celui-ci provient de la membrane primitive du cristal et ne se soude que plus tard avec la membrane de la cellule.

L. Buscalioni (2) a publié également un important mémoire relatif à la formation des cristaux d'oxalate de calcium dans la cellule végétale ; il est divisé en trois parties, dans lesquelles l'auteur s'occupe de la membrane de Rosanoff, du développement des corps mucilagineux qui accompagnent les cristaux d'oxalate de calcium, et de l'influence de l'humidité sur la production de ceux-ci.

---

(1) J. Wittlin : *Ueber die Bildung der Kalkoxalat-Taschen* (Bot. Centralbl. LXVII, 1896, p. 33-41, 65-73, 97-102, 129-133, Pl. I).

(2) L. Buscalioni : *Studi sui cristalli di ossalato di calcio* (Extr. de Malpighia, vol. IX-X, 1895-96, 180 p. 2 Pl. doubles).

Rosanoff a montré en 1865 et 1867, que les cristaux d'oxalate de calcium sont entourés par une membrane cellulosique qui les rattache à la paroi cellulaire; elle a fait l'objet de nombreux travaux de la part de La Rue, Penzig, Wilhelm, Wakker; Buscalioni reprend son étude dans les graines des Magnoliées et des Papavéracées. Les nombreux faits qu'il a observés démontrent que la conception de Wakker, déjà combattue par Kohl, est complètement fausse; pour Wakker les cellules cristalligères non seulement restent plus petites que les cellules vivantes qui les entourent, mais subissent de la part de celles-ci une compression qui amène les pointes des cristaux à s'implanter plus ou moins profondément dans l'épaisseur de la membrane cellulosique.

Kohl soutient que la chaux constitue un moyen de transport des hydrates de carbone nécessaires à la formation de la paroi cellulaire et que c'est la partie qui reste inemployée qui se dépose sous forme d'oxalate; il montre en effet que les cristaux d'oxalate de calcium se forment dans les régions où se produit un épaississement des membranes. Les observations de Buscalioni ne l'amènent pas à vérifier cette théorie; il n'a observé aucun rapport entre la production de poussières cristallines et la formation des réticules cellulosiques dans les graines de Papavéracées. Il s'élève également contre l'observation de Kohl relative à l'existence d'une couche protoplasmique pariétale qui formerait la membrane de Rosanoff; il considère que n'importe quelle portion du protoplasma peut avoir la faculté de produire de la cellulose.

Buscalioni recommande pour l'étude des corps mucilagineux des cellules à oxalate de calcium un certain nombre de réactifs; les uns tels que le chlorure et le sulfate de potassium, le nitrate de calcium ne dissolvent pas les cellules en question et n'y déterminent pas de précipité; le sulfate d'ammonium, le chlorure de zinc et d'autres dissolvent plus ou moins complètement ces cellules à partir de la région centrale, sans y déterminer de précipité; le nitrate de plomb et le chlorure de calcium ne les dissolvent pas, mais y déterminent un précipité granuleux; le chlorure de mercure et celui d'argent amènent un précipité, ainsi que certains sels de cuivre. Ces précipités ne sont pas dus à de l'oxalate métallique qui se formerait par double décomposition, mais sont produits par une substance spéciale constituant le noyau. L'auteur étudie en détail et dans un grand nombre de plantes les corps mucilagineux et la conclusion générale à laquelle il est amené est la suivante: les cristaux d'oxalate de calcium, soit sous forme de cristaux compacts, soit sous forme de raphides *(Pontederia)* prennent naissance dans des cellules où sont accumulés des mucilages de nature callosique ou pectique; ils n'ont probablement qu'un rapport indirect avec les épaississements de la membrane cellulaire et avec la production de celle-ci.

C. Acqua a émis en 1887 une théorie relative au rôle de l'oxalate de calcium et basée sur le fait que ce sel ne serait pas soluble dans le suc cellulaire et s'accumulerait par suite dans les cellules mêmes où il se formerait ; cet auteur montre d'autre part qu'il se trouve de l'oxalate de potassium dans toutes les cellules turgescentes du parenchyme de l'écorce, de la moelle, d'où ce sel émigre dans les espaces intercellulaires ; les cellules à cristaux seraient donc le lieu de rencontre de la chaux et de l'oxalate de potasse, mais non le lieu de formation de l'acide oxalique ; les observations de Buscalioni concordent avec les vues de C. Acqua.

B. Longo (1) a publié une courte note préliminaire relative à un travail concernant les canaux et les idioblastes mucifères des *Opuntia* ; ces cellules à mucilage se trouvent distribuées dans le parenchyme fondamental de tous les membres de la plante. Dans les matériaux conservés dans l'alcool, le mucilage se présente sous un aspect stratifié ou spongieux avec tous les passages intermédiaires ; lorsque la stratification existe, elle est constituée par des couches alternativement homogènes et hétérogènes. Lorsqu'on examine des échantillons frais, le mucilage est tout entier homogène ; c'est l'alcool qui produit dans ce mucilage des petites cavités (granules des auteurs) qui donnent au mucilage l'aspect spongieux. Les idioblastes à mucilage contiennent des plastides amylifères, surtout lorsqu'ils ne sont pas encore différenciés ; dans les cladodes et les fruits des *Platopuntia* il existe des canaux contre le liber des faisceaux ; leur contenu est contitué par des mâcles cristallines d'oxalate de calcium, des gommes, des gouttelettes huileuses, de grains d'amidon et des restes de membrane et de protoplasma.

L'étude de la localisation des diverses substances contenues dans les organes végétaux, basée sur des réactions microchimiques, a fait en ces dernières années de grands progrès. M. L. Sauvan (2) a publié dans cet ordre de recherches, un mémoire relatif à la localisation de la strychnine, de la curarine, de la gelsémine, de la berbérine et de la taxine parmi les alcaloïdes, de l'elléborine et de la daphnine appartenant au groupe des glucosides.

La strychnine dont les réactions microchimiques sont très nettes lorsqu'elle est à peu près pure, n'est pas facile à caractériser lorsqu'elle est mélangée à une assez grande quantité de brucine ; l'auteur a pu se débarrasser de la brucine en traitant les coupes par du bichromate de potassium, qui donne avec la strychnine un sel insoluble, et avec la brucine un composé soluble, dont on peut par conséquent se débarrasser ; une goutte d'acide sulfurique fait ensuite apparaître dans les cellules une coloration violette. L'alcaloïde existe chez le *Strychnos*

---

(1) B. Longo : *Contributo allo studio della mucilaggine delle Cactee* (Bull. d. Soc. Bot. Ital., 1896, p. 51-52).

(2) L. Sauvan : *Localisation des principes actifs dans quelques végétaux* (Journal de Bot., X, 1896, p. 126 140, 157-162).

Nux-vomica dans le parenchyme cortical et dans le liber de la tige, de la racine et des feuilles, dans toutes les cellules de l'albumen et de l'embryon; la brucine accompagne la strychnine partout, surtout dans le liber. L'auteur a constaté que ces deux alcaloïdes disparaissent dans les plantes qui se développent à l'abri de la lumière.

La localisation de la curarine et de la gelsémine est analogue à celle de la strychnine. La berbérine se trouve à l'intérieur du parenchyme cortical, du liber, du cambium et des rayons médullaires de la racine, ainsi que dans les vaisseaux du bois, dans les mêmes tissus de la tige, et de plus dans le contenu cellulaire des rayons médullaires et de la moelle ; dans la feuille cet alcaloïde est localisé dans les cellules épidermiques, parenchymateuses et libériennes.

La taxine existe dans la racine du *Taxus baccata* dans toutes les cellules des deux premières assises périphériques, dans quelques cellules de l'écorce, dans toutes celles du péricycle et dans le parenchyme libérien ; la tige en possède partout où elle existe dans la racine et de plus dans la moelle. La taxine se rencontre dans toutes les cellules de l'albumen et de l'embryon.

Rapportons les conclusions d'un travail de Ph. Molle (1) relatif à la localisation des alcaloïdes dans plusieurs plantes de la famille des Solanées ; ces divers alcaloïdes sont sensiblement localisés de la même manière dans les espèces qui les élaborent ; ils paraissent s'y comporter comme des équivalents physiologiques. Ils coexistent souvent avec le tannin dans le suc cellulaire de ces plantes, à cause de la solubilité de leurs combinaisons en milieu acide. Ils ne font jamais partie des réserves de la graine et n'apparaissent dans l'embryon que lors de l'utilisation de ces réserves. Figurant toujours à côté des réserves hydrocarbonées des racines charnues et des tubercules, ils y augmentent en quantité lorsque ces réserves sont utilisées à la production de nouveaux tissus.

Les alcaloïdes abondent dans les points végétatifs qui donnent naissance aux membres endogènes ou exogènes, ainsi que dans le phellogène, alors qu'ils ne se rencontrent qu'à une certaine distance du cambium et de la plantule en voie de développement dans le sac embryonnaire.

En outre des réactifs communs à tous les alcaloïdes (acide phosphomolybdique, iodure double de potassium et de mercure, tannin, trichlorure d'or, etc...) l'auteur a employé plusieurs réactifs spéciaux à certains alcaloïdes étudiés et pour lesquels nous renvoyons au mémoire.

---

(1) Ph. Molle : *Localisation des alcaloïdes dans les Solanacées* (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, LIII, 1895, 60 p., 1 Pl).

J. **Grüss** (1) signale une nouvelle réaction microchimique de l'amylase; les matériaux sont placés dans une solution alcoolique brun-foncé de résine de gayac, puis sont traités par l'eau oxygénée; les cellules qui contiennent de l'amylase prennent une belle coloration bleue; l'auteur applique cette réaction à l'étude de la localisation de l'amylase dans un certain nombre d'organes végétaux. Il montre comment elle est répartie dans les grains de Maïs secs, ou ayant séjourné quelque temps dans l'eau, et met ainsi en évidence que les cellules de l'assise à aleurone sécrètent, après un séjour de 3 jours dans l'eau, de l'amylase qui pénètre dans les cellules de l'endosperme, éloignées de l'écusson, ce qui vérifie la théorie de Haberlandt. Dans le Haricot, Grüss a montré de la même manière l'existence de l'amylase dans les faisceaux des cotylédons, et l'augmentation de cette substance au moment de la germination, époque à laquelle la diastase provient surtout de la gemmule. Les tubercules de pomme de terre contiennent de l'amylase au repos; dans les arbres contenant des réserves, le cambium est la principale région fournissant l'amylase. L'auteur a décelé également la présence de l'amylase dans les cellules chlorophylliennes des feuilles (*Latania, Dracœna, Carex*...)

Greshoff a démontré (1890) que le *Pangium edule*, arbre de la famille des Bixacées répandu dans les îles de la Malaisie, contenait dans ses tissus de l'acide cyanhydrique en quantité considérable, car un seul pied peut en fournir 350 grammes. M. **Treub** (2) vient de consacrer une étude relative à la localisation et au rôle de ce corps dans la plante en question; pour déceler l'acide cyanhydrique l'auteur fait passer successivement les coupes par les trois solutions suivantes : 1° solution de potasse à 5 pour 100 dans l'alcool; 2° solution de 2,5 pour 100 de sulfate ferreux à laquelle on ajoute 1 pour 100 d'une solution de chlorure ferrique ; 3° de l'eau mélangée de 20 pour 100 d'acide chlorhydrique.

La tige et la racine présentent de l'acide cyanhydrique dans le liber et le péricyclique ; chez les fruits cette substance se trouve également dans le liber ainsi que dans de nombreuses « *cellules spéciales* » qu'on rencontre aussi dans les graines ; le limbe des feuilles contient le principe dans presque toutes les cellules de son parenchyme ; de plus cet acide se trouve en quantité particulièrement considérable dans les cellules basilaires des poils et dans d'autres cellules épidermiques pourvues de mâcle d'oxalate de calcium. Les cellules spéciales contiennent en outre de l'acide cyanhydrique une substance réfringente présentant la réaction xanthoprotéique et les autres réactions des substances albuminoïdes.

---

(1) J. Grüss : *Die Diastase im Pflanzenkörper* (Ber. d. d. bot. Gesellsch., XIII, 1895, p. 2-13, Pl. 1).

(2) M. Treub : *Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le Pangium edule* (Ann. J. Bot. Buitenzorg, XIII, 1895, p. 1-89. Pl. I-XI).

M. Treub met en évidence que l'acide cyanhydrique est transporté par le liber.

D'une série d'expérience l'auteur conclut que la formation de l'acide cyanhydrique ne dépend pas de l'influence directe de la lumière, qu'il y a une certaine relation entre sa production et l'assimilation du carbone, que la présence d'hydrates de carbone est la condition *sine qua non* de la formation de cet acide ; M. Treub est conduit à considérer l'acide cyanhydrique formé dans le *Pangium edule* comme le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote.

3. Membrane

Pour Klebs (1888) une masse protoplasmique ne peut constituer de membrane si elle ne possède pas de noyau ; Palla (1890) admet au contraire que cette membrane peut apparaître indépendamment du noyau. W. **Pfeffer** (1) montre que d'après les recherches de **Townsend** cette dernière opinion est erronée et que Palla a négligé dans ses recherches l'existence des filaments protoplasmiques qui réunissent une masse protoplasmique privée de noyau aux cellules voisines restées complètes ; si on prend le soin de détruire ces communications protoplasmiques il ne se forme jamais de membrane autour d'une masse protoplasmique privée de noyau.

Après avoir montré que la subérification et la cuticularisation pouvaient être considérées comme des processus identiques, **Van Wisselingh** (2) s'est proposé de rechercher de quelle nature était le revêtement interne des bandelettes du péricarpe des Ombellifères ; il donne le nom de *vittine* à la matière qui le constitue et montre que cette substance est un mélange qui présente avec la subérine ou la cutine trop peu de points de rapport pour être identifiée à l'une de ces matières. Elle se rencontre non seulement dans le revêtement des bandelettes des fruits d'Ombellifères, mais aussi dans la paroi des cellules épithéliales environnantes. Elle se comporte comme la subérine et la cutine lorsqu'on la chauffe avec le mélange de chlorate de potassium et d'acide nitrique ; elle donne lieu à des sphères qui se dissolvent facilement dans la potasse diluée ; mais elle ne possède pas beaucoup d'autres réactions de la subérine et de la cutine. La vittine renferme deux

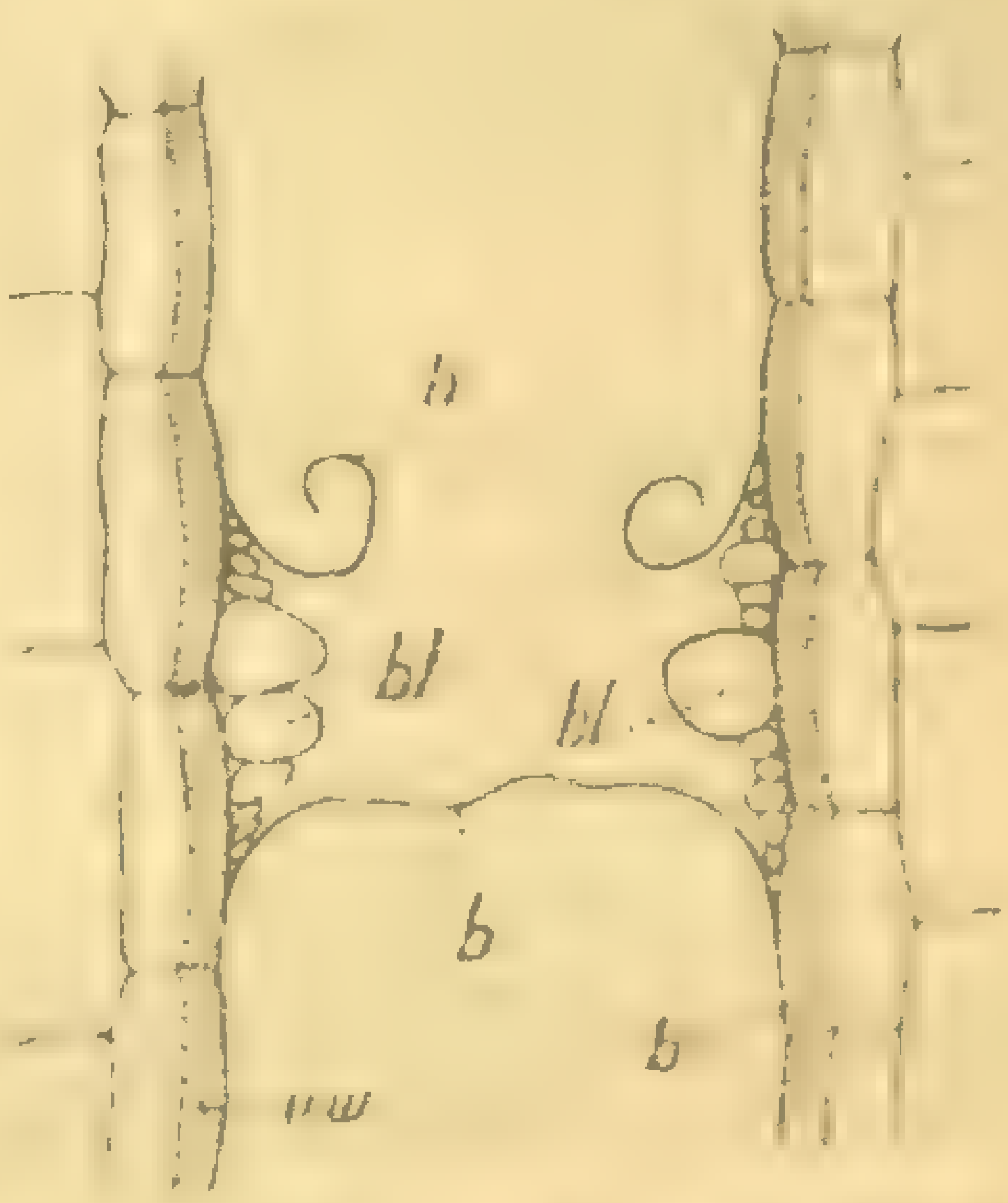


Fig. 103. — Coupe longitudinale d'une bandelette du *Fœniculum capillaceum*, chauffée à 200° dans une solution de potasse caustique à 10 % dans la glycérine. *b*, revêtement ; *bl*, bulbes ; *vw*, paroi de vittine (d'après Wisselingh).

---

(1) W. Pfeffer : *Ueber den Einfluss des Zellkerns auf die Bildung der Zellhaut* (Ber. d. math.-phys. Cl. d. K. Sächs. Gesellsch. Leipzig, 1896, p. 505-512).

(2) C. van Wisselingh : *Sur les bandelettes des Ombellifères* (Archives néerlandaises, t. XXIX, p. 199-232, Pl. VI-VII).

espèces de constituants : une substance donnant, avec le chlorate de potassium et l'acide nitrique, la réaction de l'acide cérinique, résistant à l'action de la potasse et se dissolvant dans l'acide chromique dilué, et un corps soluble dans la potasse et ne donnant pas la réaction de l'acide cérinique ; la première de ces substances se rencontre dans le revêtement et la paroi cellulaire de l'épithélium, la seconde surtout dans les parties moyennes des cloisons transversales.

Au point de vue de son état dans la paroi cellulaire végétale la vittine peut se rencontrer non mélangée de cellulose, ou bien se trouver mélangée de matière pectique dans la membrane cellulosique ; dans le revêtement et les cloisons transversales c'est à l'extérieur de la membrane cellulosique qu'elle s'observe

M. Schellenberg (1) a recherché si la membrane végétale changeait de propriétés mécaniques par la lignification et quelle était la signification physiologique de cette dernière. Sachs en particulier prétendait dans son traité de botanique que la lignification augmentait la résistance, mais diminuait l'élasticité de la membrane et facilitait la pénétration de l'eau. Schellenberg a mesuré la résistance, l'élasticité, le pouvoir absorbant de l'eau d'un certain nombre de bois et montré que toutes ces qualités mécaniques sont celles de la cellulose, qu'elles ne sont pas modifiées par la lignification.

L'auteur montre que la réaction du chloroiodure de zinc et celle du mélange de phloroglucine et d'acide chlorhydrique ne donnent pas toujours les mêmes résultats, ce qui tient à ce que le premier réactif décèle la cellulose, le second la lignine, et qu'il arrive que les deux substances peuvent se trouver réunies ; il ne faut employer que le second réactif. Schellenberg a recherché quelle est l'extension de la lignification chez les plantes ; il en cite quelques exemples chez les Champignons *(Penicilium glaucum)*, les Lichens *(Cetraria islandica)* où elle est rare, chez les Mousses (tige des *Polytrichum*) ; chez les plantes vasculaires il n'existe pas de lignification dans l'embryon, mais on peut observer des vaisseaux lignifiés 3 ou 4 jours après le début de la germination ; l'auteur passe en revue les différents tissus où peut apparaître de la lignine et montre que la lignification apparait à une époque où la cellule possède encore du protoplasma ; c'est un processus vital. D'autre part une cellule à paroi lignifiée ne peut plus s'accroître en surface ni en épaisseur, et ne peut plus se diviser.

Schellenberg rejette l'opinion de Sachs et de Burgerstein qui considèrent la lignification comme un procédé facilitant la circulation de l'eau dans la plante ainsi que celle qui la regarde comme ayant une fonction mécanique, sans proposer d'ailleurs pour elle de nouvelle signification physiologique.

---

(1) H. Schellenberg : *Beiträge zur Kentniss der verholzten Zellmembran* (Jahrb. f. w. Bot., XXIX, 1896, p. 237-267).

Zetsche (1) admet au contraire que la lignification diminue l'élasticité des fibres; il considère par suite la connaissance du degré de lignification comme très importante dans les applications industrielles. Parmi les nombreuses réactions de la lignine, l'auteur recommande les suivantes comme les plus sûres : indol et acide chlorhydrique, phloroglucine et acide chlorhydrique, sulfate d'aniline, fuschine ammoniacale, brun de Bismarck-hématoxyline. Zetsche a de plus recherché pour les différents éléments lignifiés le degré de leur lignification; pour cela il faisait agir une solution de concentration déterminée pendant un temps variable ou bien, au contraire, des solutions de concentration variable pendant un temps donné; il a pu ainsi grouper les différents éléments lignifiés en 8 classes: les exemples suivants sont cités dans l'ordre d'une lignification décroissante : bois d'*Abies pectinata*, vaisseaux d'Aristoloche, papier allemand, bois de Frêne, de Chêne, lamelles moyennes des fibres de Chanvre, fibres de *Phormium tenax*, de *Musa parasidiaca.*

L. **Vidal** (2) attire l'attention sur la portion de la membrane des cellules endodermiques de la racine des *Equisetum* qui limite les grandes lacunes existant entre les cellules sus-endodermiques. Cette portion est ordinairement plus épaisse, elle est hérissée de courts bâtonnets qui forment une bande centrale sur une coupe longitudinale axiale. L'auteur a pu identifier ces bâtonnets avec ceux que M. Mangin a décrits dans les espaces intercellulaires d'un grand nombre de plantes et en particulier dans la tige des Prêles, et s'est assuré qu'ils présentaient les réactions des composés pectiques; la membrane des cellules endodermiques, dans la portion étudiée, est formée d'une association de cellulose et de substance pectique, les bâtonnets étant constitués uniquement par cette dernière.

---

(1) Fr. Zetsche : *Beiträge zur Untersuchung der verholzten Membran* (Zeitschr. f. angewandte Mikrosk., II, 1896, p. 225-236).

(2) L. Vidal : *Sur la présence de substances pectiques dans la membrane des cellules endodermiques de la racine des Equisetum* (Journ. de Bot., X, 1896, p. 236-239).

Signalons en outre les mémoires suivants :

Wildeman : *Attache des cloisons cellulaires chez les végétaux* (Bull. de la Soc. belge de Mic., XXI, 1895, p. 83-93).

Elbram : *Histochemie verholzter Membran* (Sitz. ber. d. Nat. Ges. b. Univ. Dorpat., XI, 1896, p. 117-121).

M. **Molliard.**

(*A suivre*).

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Pages

Sur une diptérocécidie foliaire d'*Hypericum perforatum*, par M. Aug. Daguillon (avec douze figures dans le texte) . . . 5

Influence des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux, par M. Ch. Dassonville (avec sept figures dans le texte et dix planches, Pl. 5 à 14) 15

- I. Cultures en solutions aqueuses. 20
  - 1° Action générale des sels 20, 59, 102
  - 2° Action spéciale à chaque sel . 117, 161, 193, 238
- II. Expériences en pleine terre 289, 335
- Conclusions générales 370

Principaux résultats des recherches sur la Rouille des Céréales exécutées en Suède, par M. Jakob Eriksson (avec une photogravure dans le texte) 33

Sur les Lavandes cultivées dans les jardins, par M. F. Hy . . 49

Sur la flore des régions arides du plateau de Mexico, par M. G. Seurat 56

De l'influence des rayons X sur la germination, par MM. Maldiney et Thouvenin (avec deux planches, Pl. 1 et 2) 81

Note de pathologie végétale, par M. Marin Molliard (avec sept figures dans le texte et une planche, Pl. 15) 87

- I. Prolifération des fleurs de *Bromus erectus* sous l'action de l'*Ustilago bromivora* Tul 87
- II. Action exercée par l'*Ustilago longissima* Sow., sur la structure des faisceaux du *Glyceria aquatica* . 91
- III. Sur un cas de dimorphisme parasitaire chez le *Pteris aqüilina* 93
- IV. Modifications anatomiques déterminées chez un *Symplocos* par l'*Exobasidium Symploci* Ellis . . . 96

Recherches sur le black rot de la Vigne, par M. A. Prunet (avec une planche, Pl. 21). 129

- I. Évolution annuelle du black rot. 135, 404
- II. Conditions internes du développement du black rot. 411
- III. Influence des conditions extérieures sur le développement du black rot. 420

La végétation forestière pendant l'année 1893. Nouvelles observations, par M. Edmond Henry. 142

Sur la toxicité du chlorure de sodium et de l'eau de mer à

l'égard des végétaux, par M. Henri Coupin 177
Note sur la pollinisation des Cactées, par M. G. Seurat. . . . 191
Sur les mycocécidies des *Rœstelia*, par M. L. Géneau de Lamarlière (avec cinq figures dans le texte et deux planches, Pl. 3 et 4) 225
I. Cécidies du *Rœstelia lacerata* 226, 276
II. Cécidies du *Rœstelia cornuta* 282
III. Cécidies du *Rœstelia penicillata* 285
Sur la culture des plantes européennes à Mexico, par M. G. Seurat (avec une figure dans le texte) 273
De l'hermaphrodisme chez la Mercuriale et le Chanvre, par M. Marin Molliard (avec treize figures dans le texte) . . . 321
Recherches sur les réserves hydrocarbonées des bulbes et des tubercules, par M. Leclerc du Sablon (avec treize figures dans le texte) :
Introduction et méthodes 353
Ophrys aranifera 359
Tulipa Gesneriana. 365
Hyacinthus orientalis 385
Lilium candidum 389
Colchicum autumnale 399
Solanum tuberosum 446
Ranunculus bulbosus 450
Arum italicum 453
Iris germanica 461
Ficaria ranunculoides. 465
Helianthus tuberosus 470
Dahlia variabilis 473
Allium Cepa 477
Asphodelus albus 519
Stachys tuberifera. 529
Résumé et conclusions 532
Études morphologiques sur le genre *Anemone* L. Chapitre quatrième : La Tige, par M. Edouard de Janczewski (avec quatre planches, Pl. 16 à 19) 433, 507
Étude sur le *Puccinia Ribis* DC. des Groseilliers rouges, par M. Jakob Eriksson (avec une planche, Pl. 20). 497

TABLE DES REVUES

DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Pages

Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1893-1896, par M. A. **Zeiller** (*suite et fin*).

IV. Végétaux crétacés et postcrétacés (*suite*).

B. — Période tertiaire 26, 69

C. — Période quaternaire. 72

Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens, publiés en 1894-1897, par M. A. M. **Hue**. 125, 171, 215, 267, 312, 345, 381

Revue de travaux divers de Botanique, par M. **Léon Dufour**.

I. Botanique historique et philosophique. 200

II. Botanique pittoresque 203

III. Botanique agricole 206

IV. Botanique médicale et pharmaceutique. 208

V. Variétés et ouvrages généraux. 210

Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897, par M. L. **Matruchot** (avec figures dans le texte).

I. Myxomycètes. 261, 305

II. Oomycètes.

1° Mucorinées 483

2° Entomophthorées 539

3° Chytridinées et Ancylistées. 542

Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1895 et 1896, par M. **Marin Molliard** (avec figures dans le texte).

I. Cellule.

1° Noyau 423, 491

2° Cytoplasma 494, 546

3° Membrane 555

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME DIXIÈME

Planche 1. Appareil pour l'étude de l'influence des rayons X sur la germination.
— 2. Appareil pour l'étude de l'influence des rayons X sur la germination.
— 3. Mycocécidies des *Rœstelia.*
— 4. Mycocécidies des *Rœstelia.*
— 5. Maïs, Grand Soleil.
— 6. Pomme de terre, Sarrasin, Chanvre.
— 7. Lin, Pomme de terre, Seigle.
— 8. Blé.
— 9. Avoine.
— 10. Ricin.
— 11. Tomate.
— 12. Chanvre, Ricin, Ipomée.
— 13. Chanvre.
— 14. Fève, Blé, Avoine.
— 15. Tumeurs produites sur le *Symplocos* sp. par l'*Exobosidium Symploci* Ell.
— 16. Tiges des Anémones.
— 17. Tiges des Anémones.
— 18. Tiges des Anémones.
— 19. Tiges des Anémones.
— 20. *Puccinia Ribis* DC. sur *Ribes rubrum.*
— 21. Le Black Rot de la Vigne.

TABLE DES ARTICLES ET DES REVUES

PAR NOMS D'AUTEURS

Pages

Coupin (Henri). Sur la toxicité du chlorure de sodium et de l'eau de mer à l'égard des végétaux. 177

Daguillon (Aug.). Sur une diptérocécidie foliaire d'*Hypericum perforatum* 5

Dassonville (Ch.). Influence des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux. . 15, 59, 102, 161, 193, 238, 289, 335, 370

Dufour (Léon). Revue de travaux divers de Botanique. . . . 200

Eriksson (Jakob). Principaux résultats des recherches sur la Rouille des Céréales exécutées en Suède. 33

— Étude sur le *Puccinia Ribis* DC. des Groseilliers rouges 497

Géneau de Lamarlière (L.). Sur les mycocécidies des *Rœstelia* 225, 276

Henry (Edmond). La végétation forestière pendant l'année 1893. Nouvelles observations. 142

Hue (A. M.). Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens publiés en 1894-1897. 125, 171, 215, 267, 312, 345, 381

Hy (F.). Sur les Lavandes cultivées dans les jardins. 49

Janczewski (Édouard de). Études morphologiques sur le genre *Anemone* L. Chapitre quatrième : La Tige 433, 507

Leclerc du Sablon. Recherches sur les réserves hydrocarbonées des bulbes et des tubercules 353, 385, 447, 519

Maldiney et Thouvenin. De l'influence des rayons X sur la germination 81

Pages

Matruchot (L.). Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1894, 1895, 1896 et 1897 . . . 261, 305, 483, 539

Molliard (Marin). Notes de pathologie végétale 87

— De l'hermaphrodisme chez la Mercuriale et le Chanvre 321

— Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1895 et 1896. . . . 423, 491, 546

Prunet (A.). Recherches sur le Black Rot de la Vigne. . 129, 404

Seurat (G.). Sur la flore des régions arides du plateau de Mexico 56

— Note sur la pollinisation des Cactées. 191

— Sur la culture des plantes européennes à Mexico. 273

Zeiller (R.) Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1893-1896 (*suite et fin*). 26, 69

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS D'AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS LES REVUES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Explication des signes : (*a*) Revue des travaux d'Anatomie végétale ; (*c*) Revue des travaux sur les Champignons ; (*d*) Revue de travaux divers de Botanique ; (*l*) Revue des travaux sur la description et la Géographie des Lichens ; (*pa*) Revue des travaux de Paléontologie végétale.

A

Abbey (*c*) 309
Andersson (*pa*). . . . 76, 77
Archenegg (Noé von) (*pa*). . 32
Arnold (*l*). 126, 268, 269, 313, 316
Arthur (*c*) 486
Atkinson (*c*) 541, 542

B

Baccarini (*a*). 546
Bachmann (*c*) 486
Beauvisage (*d*) 208
— (*l*) 203
Bell (*c*). 312
Bessey (*l*) 319
Blytt (*pa*) 77
Boistel (*l*) 175
Bonnier (Gaston) (*d*) 204
Brenner (*l*). 224
Briquet (John) (*d*) 200
Brotherus (*l*) 314
Burck (*d*). 212
Bureau (*pa*) 26, 27
— et Patouillard (*pa*) . 27
Buscalioni (*a*). 547, 550

C

Calkins (*l*) 318
Camus (J.) (*d*) 200
Camus et Janpert (*d*) 200
Chabert (*d*). 201
Cheney (*a*) 547
Clerici (*pa*). 74
Clifford (*c*). 312
Clendenin (Miss Ida) (*c*) . . 544
Cook (O F.) (*c*). 312
Cornevin (*d*). 208
Costantin (*d*). 213
Crombie (*l*). 222
Cunningham (*c*) 489

D

Daguillon (*d*). 214
Dangeard (*c*) . 310, 542, 543, 544
— et Léger (*c*) . . . 483
Darbishire (*l*) 171, 172, 174, 267, 316
Dawson (*pa*). 69
Debray (*c*). 306
Deckenbach (von) (*c*). . . . 490
Degagny (*a*) 491
Deichmann Branth (*l*). . . . 316
Delacroix (*c*) 309
Devez (*d*) 208
Dewèvre (*c*) 490
Diederichs (*pa*). 75
Dixon (*a*). 428, 493
Durand (El.) (*c*) 310
Durand (Th.) et Pittier (*l*) . 347

E

Eberth (*pa*) 30
Eckfeldt (*l*). 319
Elbram (*a*). 557
Engelhardt (*pa*) . . 29, 31, 71
Ettingshausen (C. von) (*pa*). 31, 72

F

Fairchild (*c*) 540

Farmer (J. Bretland) (*a*). 423, 425, 427, 431
— et Moore (S.) (*a*) . . . 491
Félix (*pa*) 27, 70
Fischer (*pa*) 74
Flagey (*l*) 218, 383
Funfstuck (*l*). 174

G

Gadeau de Kerville (*d*) . . . 203
Gadeceau (*d*). 200
Galeotti (*a*). 493
Gallardo (*a*) 492
Gasilien (F^{re}) (*l*). 221
Gelborn (G. von) (*pa*) . . . 30
Gerard (*d*) 200
Gerassimoff (*a*). 494
Gerber (*d*) 209
Giard (*c*). 541
Grilli (*l*) 271
Gronlund (*l*) 223
Grüss (*a*). 553
Guercio (del) (*c*). 541

H

Hæcker (*a*). 491
Halsted (*c*). 305
Harmand (*l*) 219
Harshberger (*d*) 207
Hellbom (*l*), ... 351
Henriquès (*l*). 382
Hesse (*l*). 175
Hollick (*pa*) 80
Hue (*l*) . 216, 217, 218, 223, 319, 384
Huie (*a*) 547
Hulting (*l*) 316
Humphrey (*a*) . . 425, 426, 428

I

Iskikawa (*a*). 430
Istvanffi (*c*) 485

J

Jatta (*l*) 272
Jonhson (*l*). 222
Jumelle (*d*). 209

K

Keilhack (*pa*). 75, 77
Kernstock (*l*). 269, 270
Kieffer (*l*) 220
Kilian (*pa*). 73
Klemm (*a*) 495
Knowlton (*pa*) 69, 70
Krasan (*pa*) 32
Kurtz (*pa*) 29

L

Lacroix (*pa*) 74
Lakowitz (*pa*) 28
Lamsom-Scribner (*d*) 206
Lederer (*l*). 268
Léger (*c*). 483
Leighton (*l*) 221
Lindau (*c*) 541
— (*l*) 174
Lippert (*c*) 311
Lister (*c*). . . . 265, 266, 311
Lochenies (*l*). 221, 222
Longo (*a*) 552
Ludwig (*c*). 264

M

Mac Bride (*c*). 305
Mac Clatchie (*c*) 310
Magnin (*d*). 204
Magnus (*c*). 305
Malme (*l*). 224
Marchand (*l*) 172
Massart (*d*). 210
Massee (*c*) 305, 307
Matruchot (*c*) 486
Maurizio (*c*) 544
Meehan (*d*). 207
Meschinelli et Squinabol (*pa*). 26
Meyer (*a*) 494
Mieg, Bleicher et Fliche (*pa*). 28, 73
Molisch (H.) (*a*) 548
Molle (*a*) 553
Moore (S.) (*a*) 491
Morgan (*c*). 312
Morini (*c*) . . . 488, 490, 544

Müller (J.) (*l*) . 171, 271, 314, 315, 318 à 320, 345 à 351, 381 à 383
Murbeck (*d*) 213

N

Nathorst (*pa*). 75, 77
Nehring (*pa*) 75
Nylander (*l*). 215, 315, 382, 384

O

Olivier (*l*) 217

P

Pammel (*d*) 206
Penhallow (*pa*). 80
Peola (*pa*) 26, 31
Planchon (*d*) 209
Potonié (*pa*) 77
Pound (*c*) 490
Prunet (*c*) 543

R

Raciborski (*c*) 539
Raoul (*d*). 208
Reinke (*l*) 171, 174
Rendle (*pa*). 27
Rex (*c*). 312
Rosen (*a*) 423, 432
Roze (*c*) 306, 307, 309, 311, 312

S

Sagot (*d*). 207
Saint-Lager (de) (*d*). . 201, 202
Sandstede (*l*). 267
Saporta (Marquis de) (*pa*). 29
Sappin-Trouffy (*c*) 545
Sargant (*a*). . . 429, 430, 493
Sauvan (*a*). 552
Scharer (*l*) 315
Scheldon (*c*) 312
Schellenberg (*a*) 556
Schilbersky (*c*) 310, 543
Schlechtendal (D. von) (*pa*). 30
Schostakowitsch (*c*) 487
Schröter (*c*) 544
Schrötter-Kristelli (*a*). . . . 549
Schumann (*pa*). 29
Sernander (*pa*) 78
Staub (*pa*) 74, 77
Steiner (*l*) . . . 313, 381, 384
Stizenberger (*l*). 127, 318, 319, 352
Strasburger (*a*) . 426, 427, 492

T

Thaxter (*c*). 261, 264, 488, 489
Tognini et Montemartini (*d*). 214
Tonglet (*l*) 221
Treub (*a*). 554
— (*d*) 212
Tubeuf (von) (*c*) 541
Tuckerman (*l*) 318

V

Vasey (*d*) 206
Vidal (*a*). 557
Vuillemin (*c*) 262, 543

W

Wainio (*l*). . 125, 172, 221, 314, 345
Waite (Merton B.) (*d*) . . . 206
Weber (*pa*) 75
Weberbauer (*pa*). 76
Webster (*c*). 541
Wiesner (*d*) 214
Wildeman (de) (*a*). 557
— (*c*). 544
Willey (*l*). 317
Williams (*l*) 318
Wisselingh (C. van) (*a*). . . 555
Wittlin (*a*) 550

Z

Zacharias (*a*). 424
Zahlbruckner (*l*) . 270, 271, 313, 349
Zetsche (*a*). 557
Zopf (*c*) 309, 310, 542
— (*l*). 173, 174, 175
Zukal (*c*). 262, 263, 265
— (*l*) 174

TABLE DES DIX PREMIERS VOLUMES

Pages

Aubert (E.). Sur la répartition des acides organiques chez les plantes grasses (Tome 2). 369
— Nouvel appareil de MM. G. Bonnier et L Mangin pour l'analyse des gaz (T. 3). 97
— Recherches sur la respiration et l'assimilation des plantes grasses (T. 4). 203, 273, 320, 337, 373, 421, 497, 558

Bastit (E.). Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses (T. 3). 255, 306, 341, 372, 406, 462, 521

Battandier et **Trabut**. Description du *Pancratium Saharæ* Cosson (inédit) (T. 2). 5

Bazot (L.). Considérations générales sur la Géographie botanique du département de la Côte-d'Or (T. 6). 446
— Études de Géographie botanique à propos des plantes de la Côte-d'Or (T. 7) 447
(T. 8) 353, 418, 451, 507

Berg et **Gerber**. Sur la recherche des acides organiques dans quelques Mésembryanthémées (T. 8) 295

Bonnier (Gaston). Études sur la végétation de la vallée de Chamonix et de la chaîne du Mont-Blanc (T. 1). 28, 79, 146, 204
— Germination des Lichens sur les protonémas des Mousses (T. 1). 165
— Observations sur les Renonculacées de la Flore de France (T. 1). 330, 390, 439, 551, 631
— Études sur la végétation de la vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées) (T. 2). 97, 145, 217, 241
— Observations sur les Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la Flore de France (T. 2). 276, 446, 549
— Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées (T. 2) 513

Pages

Bonnier (Gaston). Note sur la reviviscence des plantules desséchées (T. 4) 193

— Recherches expérimentales sur les variations de pression dans la Sensitive (T. 4). 513

— Recherches sur la transmission de la pression à travers les plantes vivantes (T. 5). 12, 74, 100

— Alphonse de Candolle (T. 5) 193

— La vie et la carrière de M. Duchartre. Leçon d'ouverture du cours de Botanique de la Sorbonne (1894-1895) (T. 6). 481

— Les plantes arctiques comparées aux mêmes espèces des Alpes et des Pyrénées (T. 6). 505

— Influence de la lumière électrique continue sur la forme et la structure des plantes (T. 7). 241, 289, 332, 409

— Recherches expérimentales sur la Miellée (T. 8) 5

Bordage (E.). (Voyez **Dewèvre**).

Bordet. Recherches anatomiques sur le genre *Carex* (T. 3.). 57

Bornet (Ed.). Note sur l'*Ectocarpus (Pylaiella) fulvescens* Thuret (T. 1) 5

Boudier. Sur les causes de production des tubercules pileux de certains Agarics (T. 5). 29

Boulanger (Edouard). Développement et polymorphisme du *Volutella Scopula* (T. 9) 220

Boulanger (Em.). *Matruchotia varians* (T. 5) 401

— Sur le polymorphisme du genre *Sporotrichum* (T. 7). 97, 166

— Sur une forme conidienne nouvelle dans le genre *Chætomium* (T. 9) 17

Boutroux (Léon). Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations, parus en 1888 (T. 1). . . . 653

— Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations publiés pendant l'année 1889 (T. 2). 497

— Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations publiés pendant l'année 1890 (T. 4) 122, 176

Pages

Boutroux (Léon). Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations publiés pendant l'année 1891 (T. 5). 424, 484
(T. 6.) 30, 70
— Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations publiés pendant l'année 1892 (T. 7). 216, 270

Boyer (Voyez **Viala**).

Brandza (M.). Recherches anatomiques sur la structure de l'hybride entre l'*Æsculus rubicunda* et le *Pavia flava* (T. 2). 301
— Recherches anatomiques sur les hybrides (T. 2). 433, 471
— Développement des téguments de la graine (T. 3) 1, 71, 105, 150, 229

Briquet (John). La florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy) (T. 5) 338, 369, 407

Chauveaud (Gustave). Sur la structure de la racine de l'*Hydrocharis Morsus-Ranæ* (T. 9) 305
— Sur le rôle des tubes criblés (T. 9). . . . 427

Costantin (J.). Sur les variations des *Alternaria* et des *Cladosporium* (T. 1). 453, 501
— Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1888 (T. 1). 95, 155, 212
— Étude sur la culture des Basidiomycètes (T. 3). 497
— Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1889 et 1890 (T. 3). . . 127, 176, 272, 317
— Remarques sur la convergence des formes conidiennes (T. 5). 84
— Revue des travaux publiés sur les Champignons pendant les années 1891 à 1893 (T. 6). 370, 411, 460
(T. 7) 45, 94, 139. 177
— Note sur la culture de la « *pietra fungaia* » (T. 7) 433
— et **Dufour** (L.). Recherches sur la Môle, maladie du Champignon de couche (T. 4) . . . 401, 462, 549

Pages

Costantin (J.) et Dufour (L.). Action des antiseptiques sur la Môle, maladie du Champignon de couche (T. 5) . . 497
— et Matruchot (L.). Recherches sur le Vert-de-gris, le Plâtre et le Chanci, maladies du blanc de Champignon (T. 6). 289
Coupin (Henri). Sur la structure du micropyle des graines des Légumineuses (T. 9) 175
— Sur le mucilage exosmosé par les graines (T. 9) 241
— Sur une germination tératologique du Pois (T. 9). 431
— Sur la toxicité du chlorure de sodium et de l'eau de mer à l'égard des végétaux (T. 10) 177
Curtel (G.). Recherches physiologiques sur la transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes (T. 2). 7
Daguillon (Aug.). Recherches morphologiques sur les feuilles des Conifères (T. 2) 154, 201, 245, 307, 345
— Sur une diptérocécidie foliaire d'*Hypericum perforatum* (T. 10) 5
Daniel (L.). Le tannin dans les Composées (T. 2) 391
— Note sur l'influence du drainage et de la chaux sur la végétation spontanée dans le département de la Mayenne (T. 3) 249
— Sur les racines napiformes transitoires des Monocotylédones (T. 3). 455
— Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe (T. 6) 5, 60
— Sur quelques applications pratiques de la greffe herbacée (T. 6). 356
— Un nouveau Chou fourrager (T. 7) 307
— Un nouveau procédé de greffage (T. 9). 213
Dassonville (Ch.). Action des sels sur la forme et la structure des végétaux (T. 8) 284, 324
— Influence des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux (T. 10). 15, 59, 102, 161, 193, 238, 289, 335, 370
Devaux (H.). Porosité des fruits des Cucurbitacées (T. 3). . . 49
— Notice sur A. Merget (T. 6) 145

Pages

Dewèvre et **Bordage** (E.). Sur l'analyse photographique des mouvements des végétaux (T. 4) 65

Duchartre (P.). Sur les aiguillons du *Rosa sericea* (T. 5) . . . 5

Dufour (Léon). Une nouvelle espèce de Chanterelle (T. 1). . 357

— Les nouveaux procédés de gravure photographique (T. 1). 467

— Une nouvelle espèce de *Psathyrella* (T. 1). . . 651

— Revue des travaux relatifs aux méthodes de technique, publiés en 1888 et jusqu'en avril 1889 (T. 1.) 280, 343

— Revue des travaux relatifs aux méthodes de technique publiés en 1889, 1890 et jusqu'en avril 1891 (T. 3). 427, 488, 531

— Revue de travaux divers de Botanique (T. 10). 200

— et **Costantin** (J.) (Voyez **Costantin**).

— et **Hickel** (Robert). Les ennemis du Pin dans la Champagne crayeuse (T. 6). 433

Dupray. Sur une nouvelle espèce de *Spirogyra* (T. 1). 256

Eriksson (Jakob). Principaux résultats des recherches sur la Rouille des céréales exécutées en Suède (T. 10). 33

— Étude sur le *Puccinia Ribis* DC. des Groseilliers rouges (T. 10) 497

Fayod (V.). Structure du protoplasma vivant (T. 3). 193

Flahault (Ch.). Revue des travaux sur les Algues, publiés en 1888, et pour une partie en 1889 (T. 2). 33, 78

— Revue des travaux sur les Algues, publiés de 1889 au commencement de 1892 (T. 5). 87, 136, 181, 235, 276, 328, 389, 435, 493, 529 (T. 6). 41, 83, 136

Flot (L.). Recherches sur la structure comparée de la tige des arbres (T. 2). 17, 66, 122

— Quelques procédés pratiques de micrographie (T. 6). 27

Fockeu (Henri). Recherches sur quelques cécidies foliaires (T. 8) 491

— Sur quelques cécidies orientales (T. 9). 48, 103

Franchet (A.). Revue des travaux sur la Botanique descriptive et la géographie botanique des plantes de l'Asie, publiés en 1887 (T. 1) 443

Pages

Franchet (A.). Les Bambusées à étamines monadelphes (T. 2). 465

Gain (Edmond). Action de l'eau du sol sur la végétation (T. 7). 15, 71, 123

— Sur la variation des graines sous l'influence du climat et du sol (T. 8). 303

Géneau de Lamarlière (Léon). Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil (T. 4). 481, 529

— Sur trois espèces nouvelles de Sphériacées (T. 6). 321

— Distribution des Mousses sur le littoral du Nord de la France (T. 7) 193

— Étude sur la flore maritime du Golfe de Gascogne (T. 7) 438, 503

— Revue des travaux publiés sur les Muscinées depuis le 1er janvier 1889 jusqu'au 1er janvier 1895 (T. 8) 40, 74, 111, 168, 217, 313, 368, 426, 514
(T. 9) 73, 153, 233, 260, 318

— Sur les Mycocécidies des *Ræstelia* (T. 10). 225, 276

Gerber (Voyez **Berg**).

Giard (A.). Nouvelles études sur le *Lachnidium acridiorum* Gd., Champignon parasite du Criquet pèlerin (T. 4) 449

Grelot (P.). Sur les faisceaux staminaux (T. 9). 273

Griffon (Ed.). De l'influence de la gelée printanière de 1897 sur la végétation de quelques essences forestières (T. 9). 417

Guignard (Léon). Développement et constitution des anthérozoïdes (T. 1). 11, 63, 136, 175

Heckel (E.). Une nouvelle espèce de l'Afrique tropicale (*Solanum Duchartrei*) (T. 2). 49

Henry (Edmond). Revue des travaux de botanique forestière publiés en 1888 et 1889 (T. 2). 137

— Revue des travaux de botanique forestière en 1890, 1891 et 1892 (T. 5). 126

— La végétation forestière en Lorraine pendant l'année 1893 (T. 7). 49

Pages

Henry (Edmond). La végétation forestière pendant l'année 1893. Nouvelles observations (T. 10). . 142

Hervier (J.). Sur quelques plantes d'Espagne récoltées par M. Reverchon (T. 4) 151

— Note sur le polymorphisme du *Populus Tremula* et de sa variété *Freyni* (T. 8). 177

Hickel (Robert). (Voyez **Dufour**).

Hochreutiner (Georges). Étude sur les phanérogames aquatiques du Rhône et du port de Genève (T. 8) . . 90, 158, 188, 249

Houlbert (C.). Recherches sur les propriétés optiques du bois (T. 6) 49

Hue (A. M.). Revue des travaux sur la description et la géographie botanique des Lichens, publiés en 1888 (T. 1) 397

— Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens, publiés en 1889 (T. 2) . 404

— Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens, publiés en 1890 (T. 4) . 31

— Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens, publiés en 1891 (T. 5) . 36

— Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens, publiés en 1892 et 1893 (T. 6) 174, 222, 270

— Revue des travaux sur la description et la géographie des Lichens publiés en 1894-1897 (T. 10) . . . 125, 171, 215, 267, 312, 345, 381

Hy (F.). Les inflorescences en botanique descriptive (T. 6). . 385

— — — (T. 7) 5, 103

— Sur les Lavandes cultivées dans les jardins (T. 10). . 49

Jaccard (Paul). Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux (T. 5) 289, 348, 382

Jacob de Cordemoy (H.). Description d'une Liliacée exotique peu connue, le *Cohnia flabelliformis* (T. 4) 369

Jacob de Cordemoy (E. et H.). Sur le polymorphisme de l'*Asplenium lineatum* Sw. (T. 8). 81

Janczewski (Edouard de). Études morphologiques sur le genre *Anemone.*

Chapitre premier : Fruit et graine; Chapitre deuxième :

Pages
Germination (T. 4) 241, 289
Chapitre troisième : La Racine (T. 9). 337
Chapitre quatrième : La Tige (T. 10). 433, 507
Jonkman (H. F.). Note sur un appareil de germination (T. 9). 45
Jumelle (Henri). Assimilation et transpiration chlorophylliennes (T. 1). 37
— Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles (T. 1). 101, 195, 258, 318, 359, 430
— Revue des travaux de physiologie végétale, parus en 1888 et jusqu'en juillet 1889 (T. 1). 487, 537
— Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau (T. 2) 289
— Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux (T. 2) 417
— Revue des travaux de physiologie et de chimie végétales parus de juillet 1889 à avril 1890 (T. 2). 280, 321, 359
— Nouvelles recherches sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes (T. 3). 241, 293
— Revue des travaux de physiologie et chimie végétales, parus d'avril 1890 à juin 1891 (T. 3) 326, 361, 389, 437, 534
(T. 4) 22
— Recherches physiologiques sur les Lichens (T. 4). 49, 103, 159, 220, 259, 305
— Revue des travaux de physiologie et chimie végétales, parus de juin 1891 à août 1893 (T. 6) . . 123, 186, 212, 273, 310, 345, 379, 424, 471, 528
(T. 7). 27, 85, 172, 233, 278, 315, 343, 389, 420, 476
— Étude anatomique du *Cissus gongylodes* (T. 9). 129
Kolderup Rosenvinge. Influence des agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrale des plantes (T. 1). 53, 123, 170, 244, 304
Lagerheim (de). Note sur un nouveau parasite de la Vigne (T. 2) 385

Pages

Leclerc du Sablon. Revue des travaux d'anatomie publiés en 1888 (T. 1) 47, 88
— Sur le sommeil des feuilles (T. 2). . . . 337
— Revue des travaux d'anatomie végétale, parus en 1889 et au commencement de 1890 (T. 2) 412, 456, 491
— Sur les tubercules des Équisétacées (T. 4). 97
— Sur une maladie du Platane (T. 4) 473
— Sur l'anatomie de la tige de la Glycine (T. 5) 474
— Recherches sur la germination des graines oléagineuses (T. 7) 145, 205, 258
— Sur la digestion des albumens gélatineux (T. 7) 401
— Sur la germination des amandes (T. 9). . 5
Sur les réserves oléagineuses de la noix (T. 9) 313
— Sur la digestion de l'albumen du Dattier (T. 9) 395
— Recherches sur les réserves hydrocarbonées des bulbes et des tubercules (T. 10) 353, 385, 447, 519

Léger (Maurice). Structure et développement de la zygospore du *Sporidinia grandis* (T. 7) 481

Le Grand (Ant.). Nomenclature binaire. La règle de priorité devant l'usage (T. 9). 161

Lesage (P.). Recherches expérimentales sur les modifications des feuilles chez les plantes maritimes (T. 2). . 54, 106, 163

Lothelier (A.). Recherches sur les plantes à piquants (T. 5) 480, 518

Lund (Jules-Ferdinand). Note sur l'influence de la dessiccation sur la respiration des tubercules (T. 6) 353

Mac Millan (Conway). Les plantes européennes introduites dans la vallée du Minnesota (T. 3). 289

Magnin (Ant.). Sur la distribution du *Cyclamen europæum* dans le Massif du Jura (T. 3) 513
— Recherches sur la végétation des lacs du Jura (T. 5). 241, 303

Pages

Magnin (Ant.). La végétation des lacs du Jura. Note additionnelle (T. 5) 515

Maldiney et Thouvenin. De l'influence des rayons X sur la germination (T. 10) 81

Marmier (L.). Revue des travaux publiés sur la microbie et les fermentations pendant les années 1893 et 1894 (T. 8). 266, 306, 337

Masclef (A.). Les formes critiques d'Hellébores de la Savoie et du Dauphiné (T. 1) 597
— Revue des travaux sur la classification et la géographie botanique des plantes vasculaires de la France, publiés en 1888 et 1889 (T. 2) . . 555
(T. 3) 43, 85, 135, 189
(T. 4) 392, 442, 503, 569
— Sur l'adaptation du *Pteris aquilina* aux sols calcaires (T. 4) 7

Matruchot (L.). Structure, développement et forme parfaite des *Gliocladium* (T. 7) 321
— Développement d'un *Cladobotryum* (T. 7) . . 497
— Recherches biologiques sur les Champignons (T. 9) 81
— Revue des travaux sur les Champignons publiés en 1894, 1895, 1896, 1897 (T. 10). 261, 305, 483, 539
— et Costantin (J.) (Voyez Costantin).

Mer (Émile). Le Chaudron du Sapin (T. 6) 153

Mesnard (Eugène). Nouvelle méthode pour déterminer la pureté de certaines essences végétales (T. 5) 114
— Étude critique et expérimentale sur la mesure de l'intensité des parfums des plantes (T. 6) 97
— Action de la lumière et de quelques agents extérieurs sur le dégagement des odeurs (T. 8). 129, 203

Molliard (Marin). Revue des travaux de tératologie et de pathologie végétales pour les années 1892, 1893 et 1894 (T. 7) 465, 525

Pages

Molliard (Léon). Sur la formation du pollen dans les ovules du *Petunia hybrida* (T. 8) 49

— Homologie du massif pollinique et de l'ovule (T. 8) 273

— Hypertrophie pathologique des cellules végétales (T. 9) 33

— Notes de pathologie végétale (T. 10) 87

— De l'hermaphrodisme chez la Mercuriale et le Chanvre (T. 10) 321

— Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1895 et 1896 (T. 10) 423, 491, 546

Naudin (Ch.). Quelques observations sur la fécondation des Palmiers du genre *Phœnix* (T. 5) 97

— Observations sur le climat et les productions du littoral de la Provence (T. 6) 193

Palladine (W.). Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées (T. 5) . . . 449

— Sur le rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie chez les plantes supérieures (T. 6) 201

— Recherches sur la corrélation entre la respiration des plantes et les substances azotées actives (T. 8) 225

— Recherches sur la formation de la chlorophylle dans les plantes (T. 9) 385

Parmentier (Paul). Recherches sur les Épilobes de France (T. 8) 29, 59

Planta (A. de). Note sur la composition des tubercules de Crosne du Japon (*Stachys tuberifera*) (T. 1) 85

Poulsen (V. A.). Une nouvelle phanérogame sans chlorophylle (*Thismia Glaziowii*) (T. 1) 549

— Note sur la préparation des grains d'aleurone (T. 2) 547

Prillieux (Ed.). Les tumeurs à bacilles des branches de l'Olivier et du Pin d'Alep (T. 1) 293

Prunet (A.). Sur la perforation des tubercules de Pomme de terre par les rhizomes du Chiendent (T. 3) . . 166

— Contribution à l'étude des relations entre les plantes et les insectes (T. 4) 145

Pages

Prunet (A). Revue des travaux d'anatomie végétale parus de juillet 1890 à décembre 1891 (T. 4). 41, 79, 135, 186, 231, 283, 332, 354
— Recherches physiologiques sur les tubercules de la Pomme de terre (T. 5) 49
— Sur un nouveau mode de propagation du Pourridié de la Vigne (T. 6) 22
— Influence du mode de répartition des engrais sur leur utilisation par les plantes (T. 6) . . 260
— Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1892, 1893 et 1894 (T. 9). 27, 58, 119, 150, 181, 226, 355, 435
— Recherches sur le Black Rot de la Vigne (T. 10). 129, 404

Rabot (Charles). Sur les limites d'altitude des cultures et des essences forestières dans la Scandinavie septentrionale et les régions adjacentes (T. 8) 385

Ray (J.). Variations des Champignons inférieurs sous l'influence du milieu (T. 9) 193, 255, 282

Russell (W.). Recherches sur le développement et l'anatomie des cladodes du petit Houx (T. 2) 193
— Contribution à l'étude de l'appareil sécréteur des Papilionacées (T. 2). 341
— Étude des folioles anormales du *Vicia sepium* (T. 2) 481
— Étude anatomique d'une acidie du Chou (T. 3) . 33
— Étude anatomique d'une acidie épiphylle du Chou (T. 3) 337
— Observations sur le développement de l'inflorescence mâle du Noyer (T. 4). 18
— Transformation des cônes de Pins sous l'influence des vagues (T. 4) 545
— Nouvelle note sur les pelotes marines (T. 5). . 65

Saporta (Marquis de). Les inflorescences des Palmiers fossiles (T. 1) 229
— Revue des travaux de paléontologie végétale parus en 1888 ou dans le cours des années précédentes
(T. 1) 541, 582
(T. 2) 176, 225

Pages

SAPORTA (Marquis DE). Revue des travaux de paléontologie végétale parus en France dans le cours des années 1889-1892 (T. 5). . . . 119, 172, 230, 265, 317, 355
— Étude monographique sur les *Rhizocaulon* (T. 6). 241, 300, 324

SEIGNETTE (A.). Recherches sur les tubercules (T. 1). 415, 451, 471, 509, 558, 611

SEURAT (G.). Sur la flore des régions arides du plateau de Mexico (T. 10) 56
— Note sur la pollinisation des Cactées (T. 10) . . 191
— Sur la culture des plantes européennes à Mexico (T. 10) 273

THOUVENIN (Maurice). De l'influence des courants électriques continus sur la décomposition de l'acide carbonique chez les végétaux aquatiques (T. 8) 433

TRABUT (L.). L'*Abies numidica*, détermination de ses affinités avec les *Abies* méditerranéens (T. 1). 405
— Les champignons parasites du Criquet pèlerin (T. 3) 401
— Revision des espèces du genre *Riella* et description d'une espèce nouvelle (T. 3) 449
— Sur les variations du *Quercus Mirbeckii* Durieu, en Algérie (T. 4). 1
— Note sur les *Marsilia* d'Algérie (T. 6) 210
— Sur une Ustilaginée parasite de la Betterave (*Œdomyces leproides*) (T. 6). 409

VALLOT (J.). Sur la vitesse de la croissance d'un Lichen saxicole (T. 8). 201
— Sur une station du *Pteris aquilina* sur un dyke siliceux du bois de Lodève (T. 8) 321

VAN TIEGHEM (Ph.). Sur l'existence de feuilles sans méristèles dans la fleur de certaines phanérogames (T. 8) 481

VARIGNY (Henry DE). L'atropine est-elle un engrais végétal (T. 4). 407

VIALA (P.). Une maladie des greffes-boutures (T. 3) 145
— et BOYER (G.). Une maladie nouvelle des raisins (*Aureobasidium Vitis* sp. n.) (T. 3) 369

Pages

Warming (Eug.). Lagoa Santa (Brésil). Étude de géographie botanique (T. 5). 145, 209

Zeiller (R.). Le Marquis G. de Saporta, sa vie et ses travaux (T. 7). 353

— Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1893-1896
(T. 9) 324, 360, 399, 449
(T. 10). 26, 69

425 – Lille. Imp. Le Bigot frères   Le Gérant : Th. Clerquin.

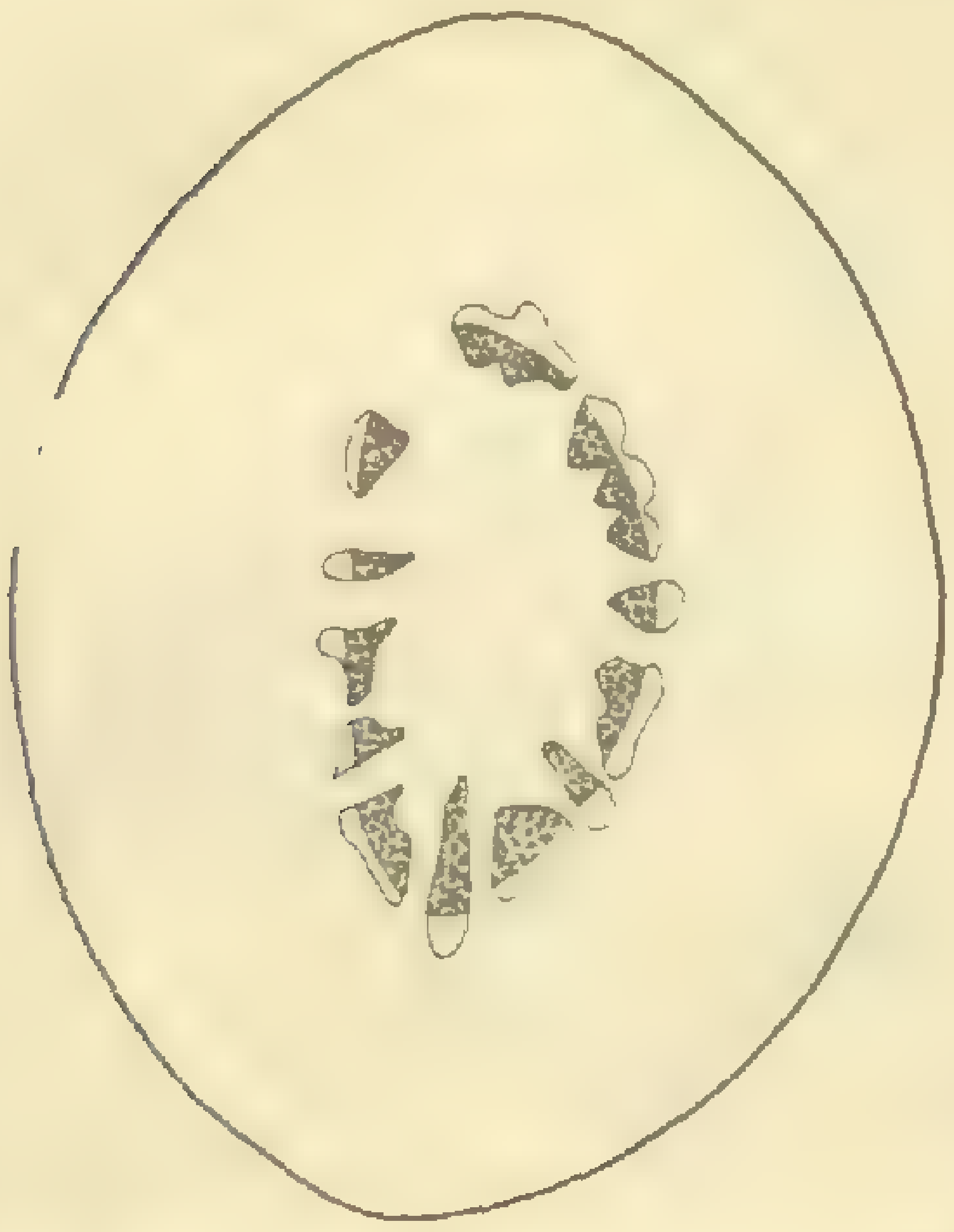


Fig. 23

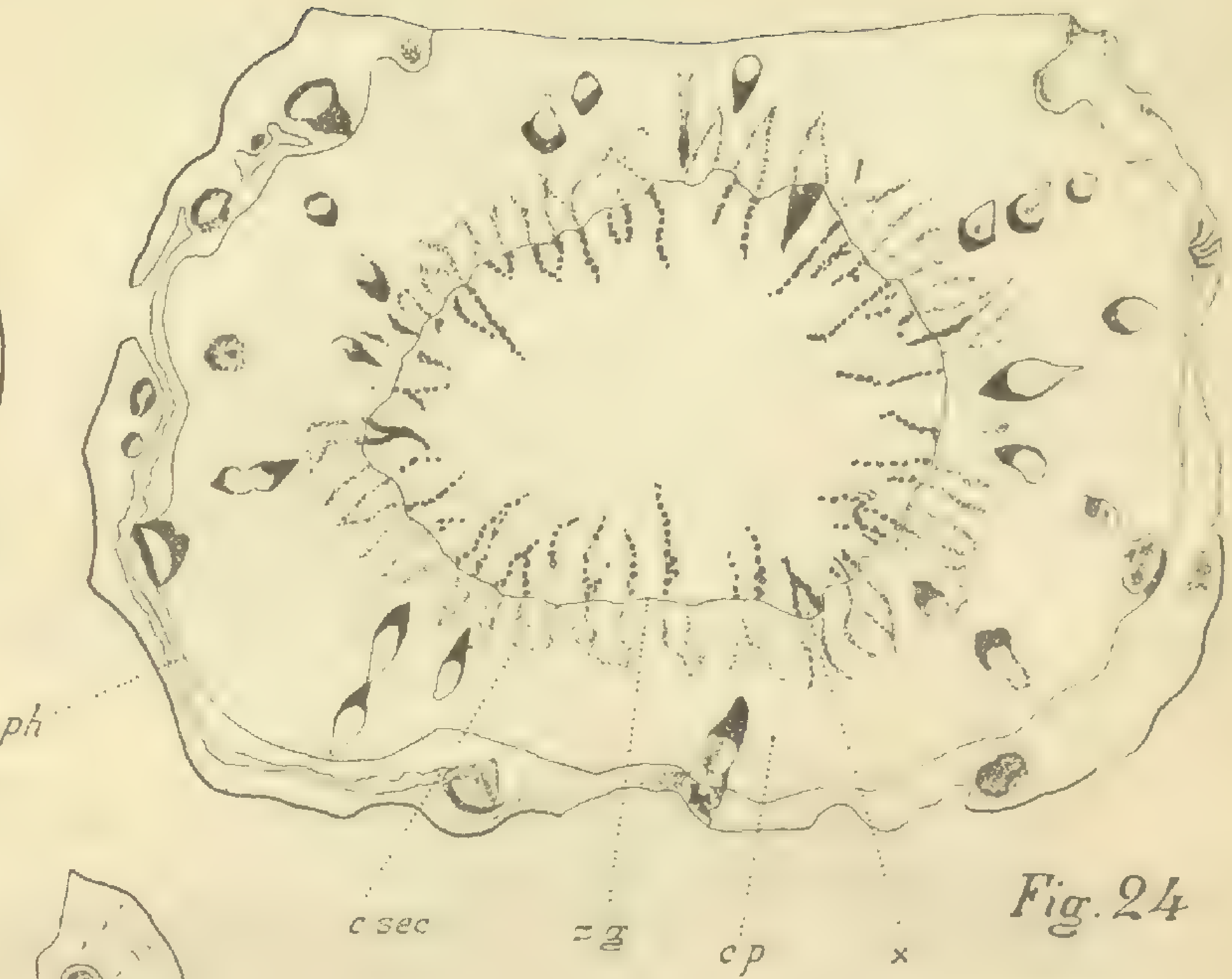

s.ph
c sec
z g
c p
x

Fig. 24

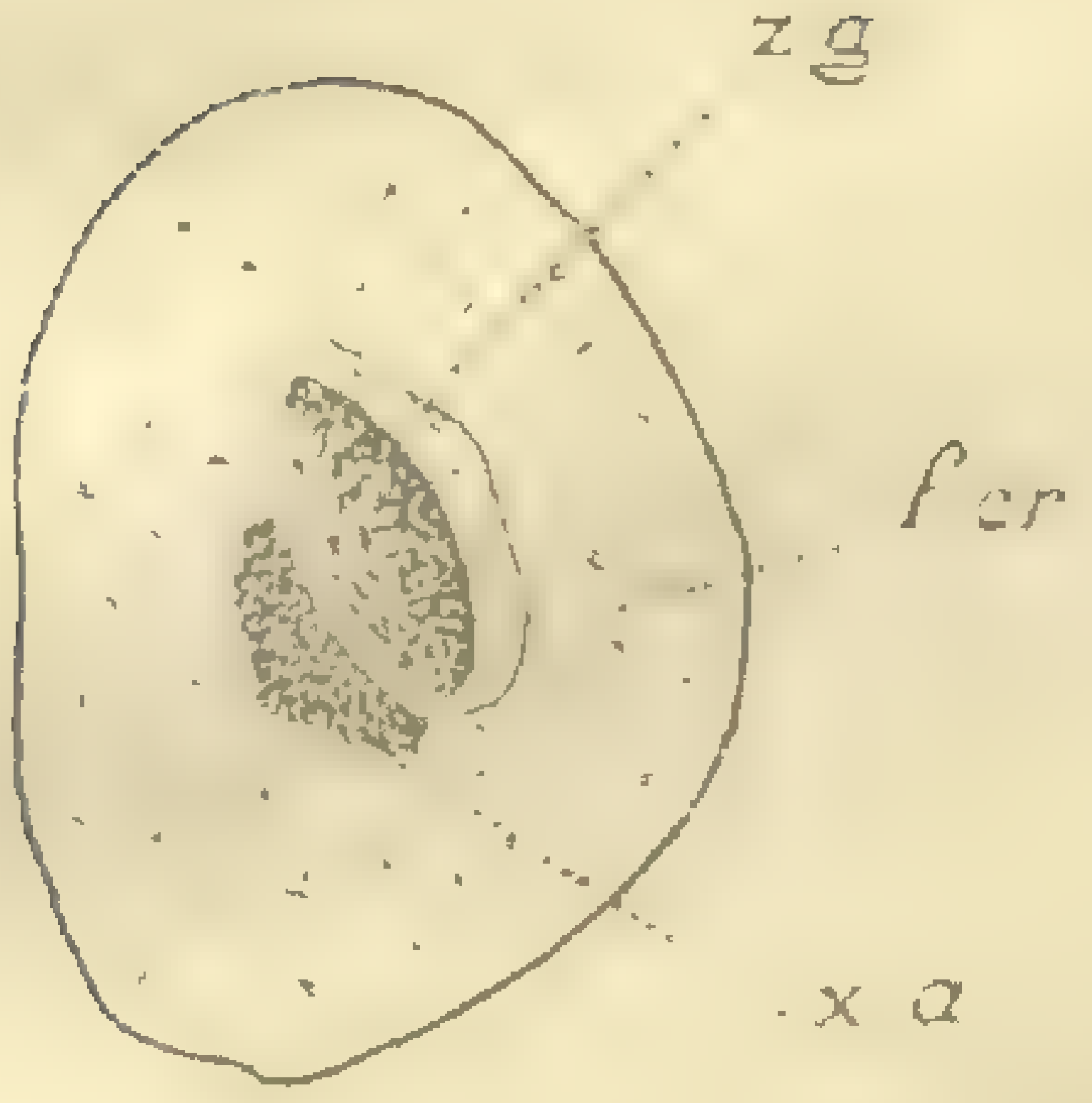


Fig. 21

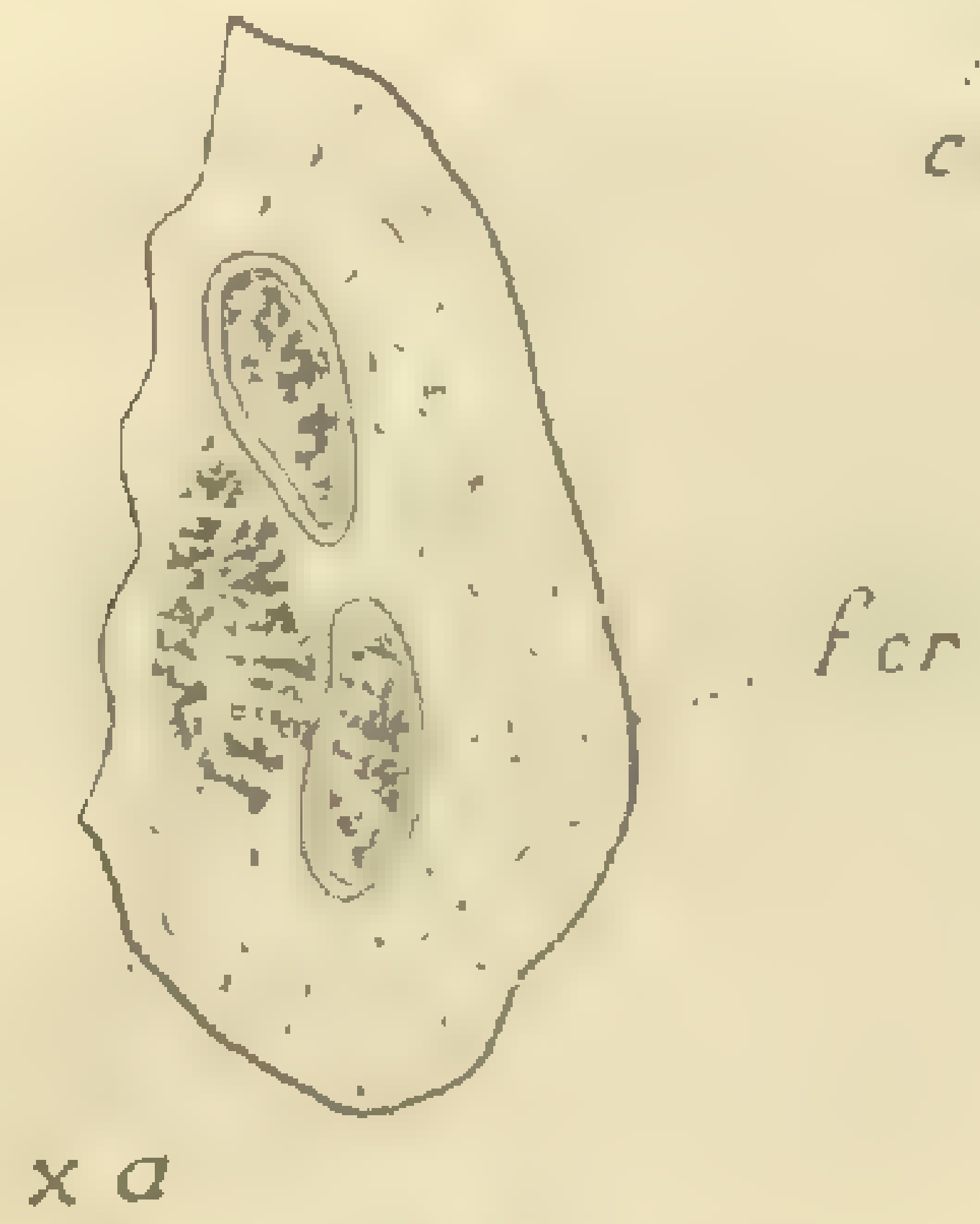


Fig. 22

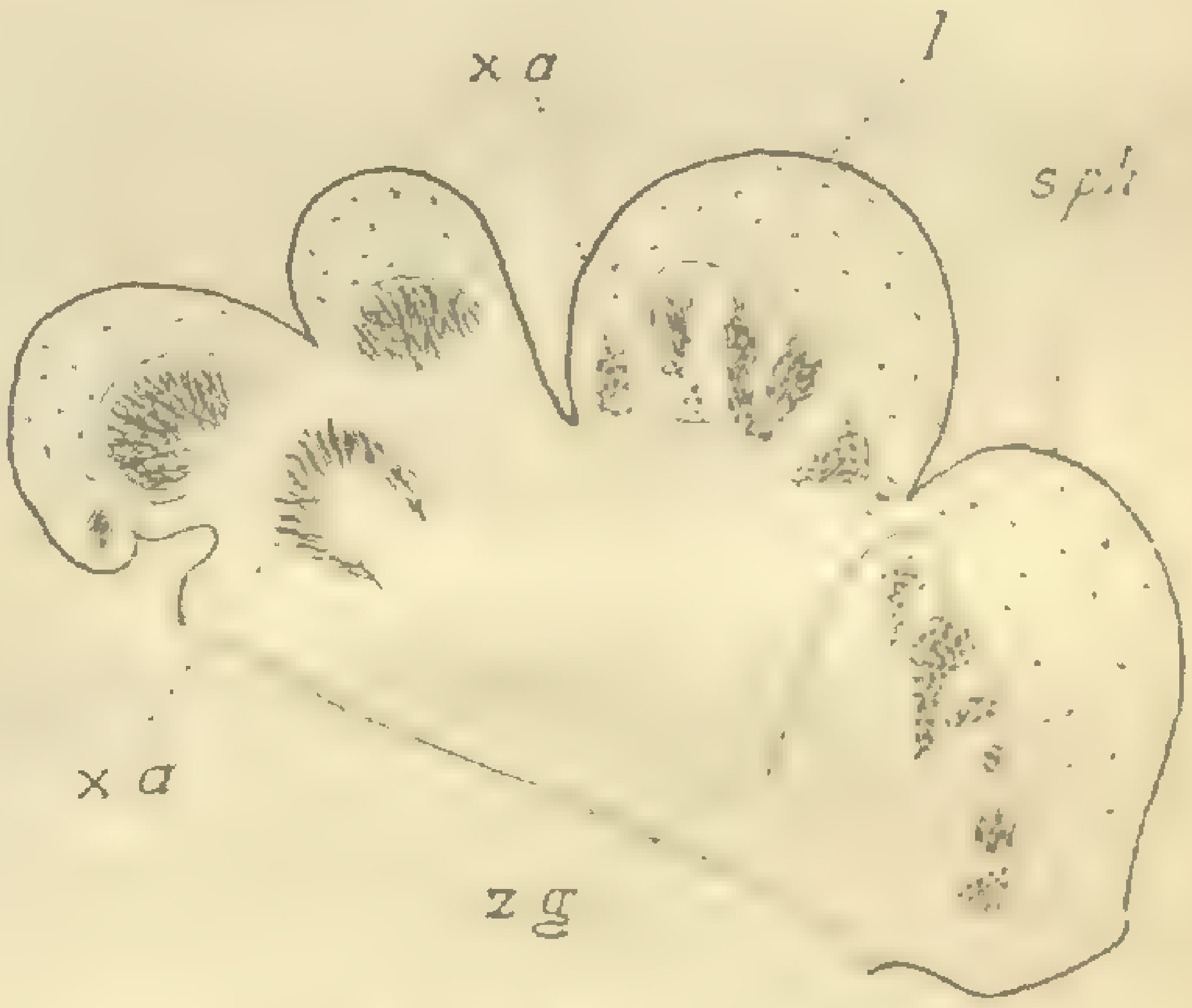

x a
l
s.ph
x a
z g

Fig. 26

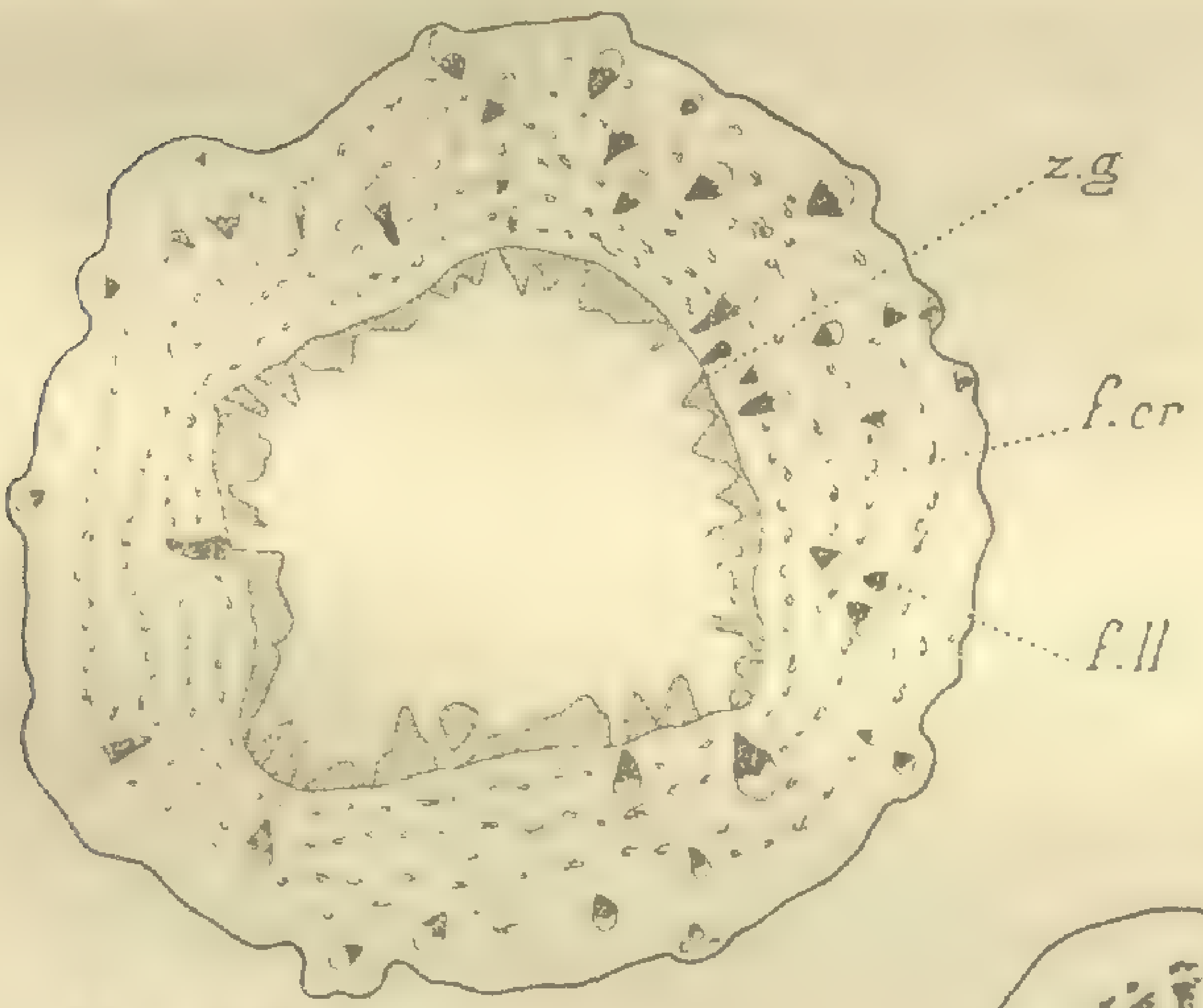


Fig. 25

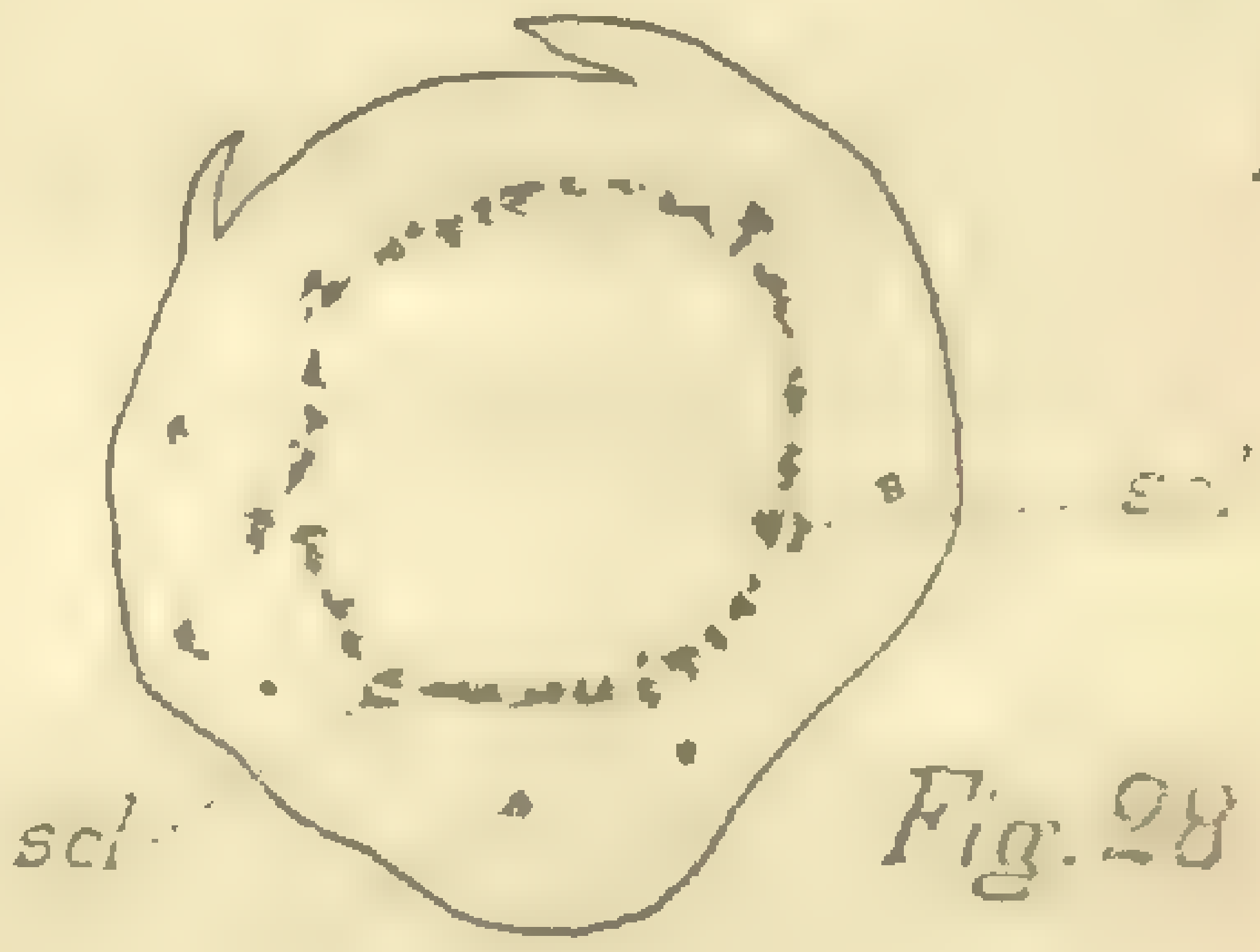


Fig. 28

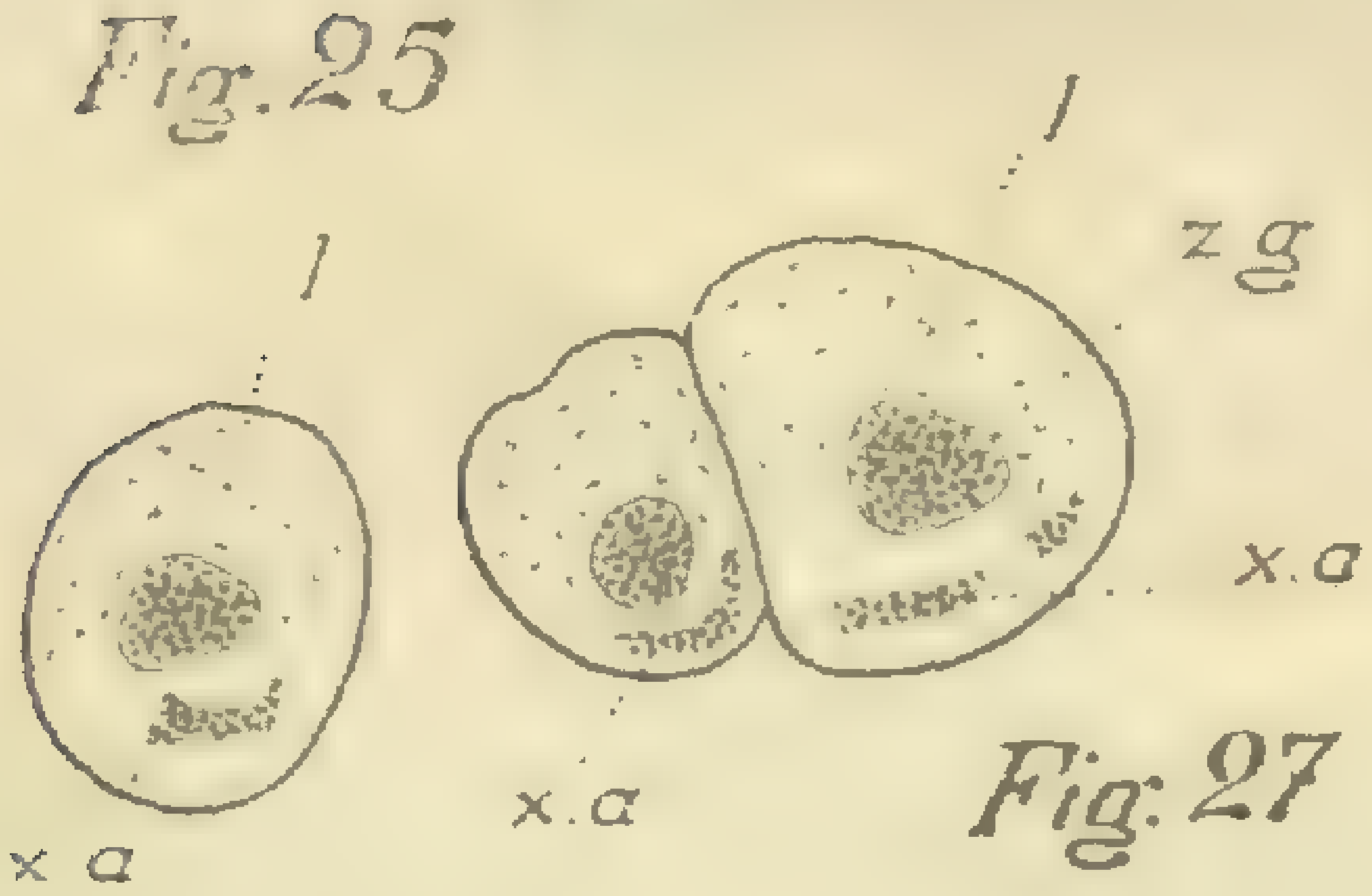

l
l
z g
x.a
x.a
x a

Fig. 27

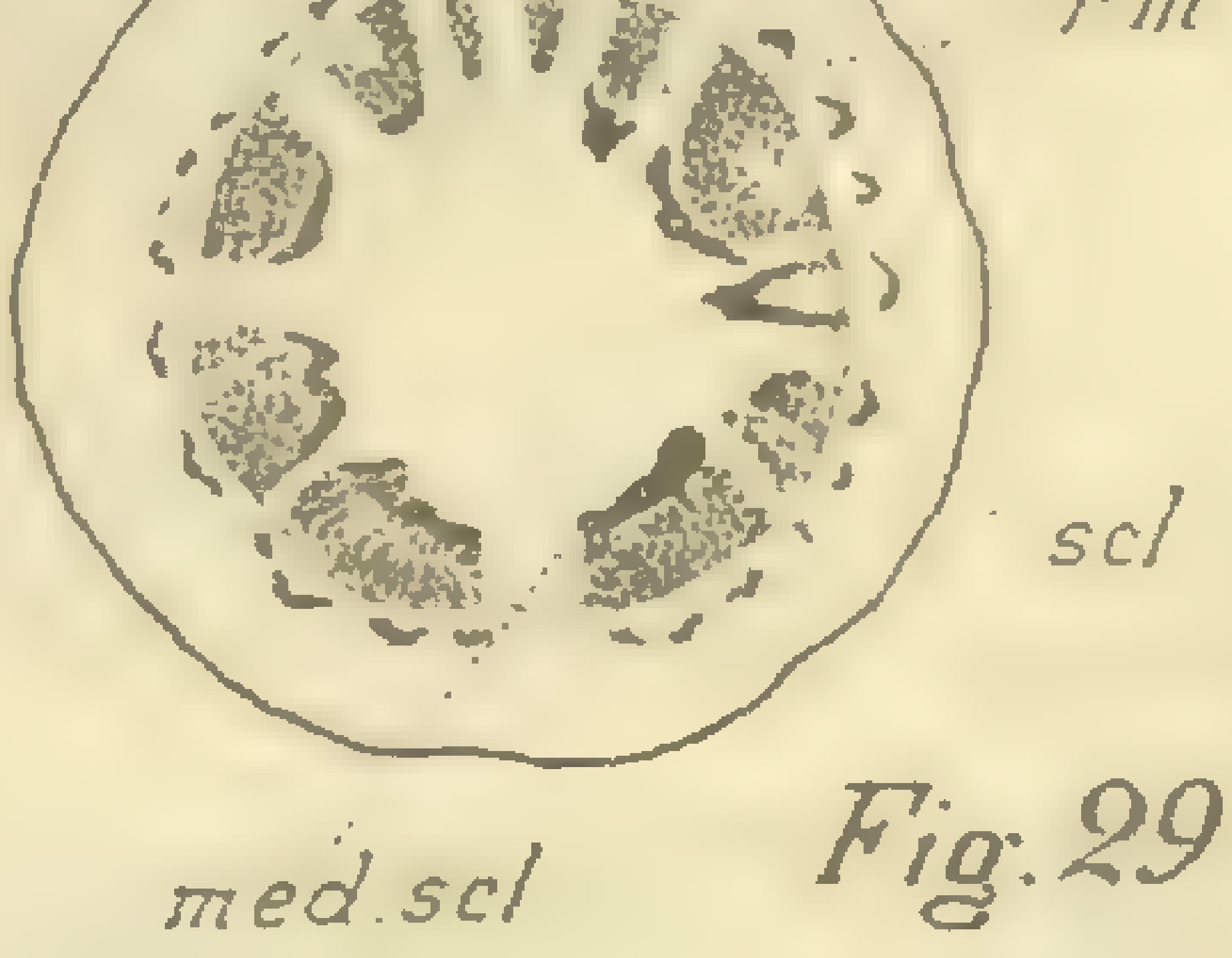

r m
scl
med.scl

Fig. 29

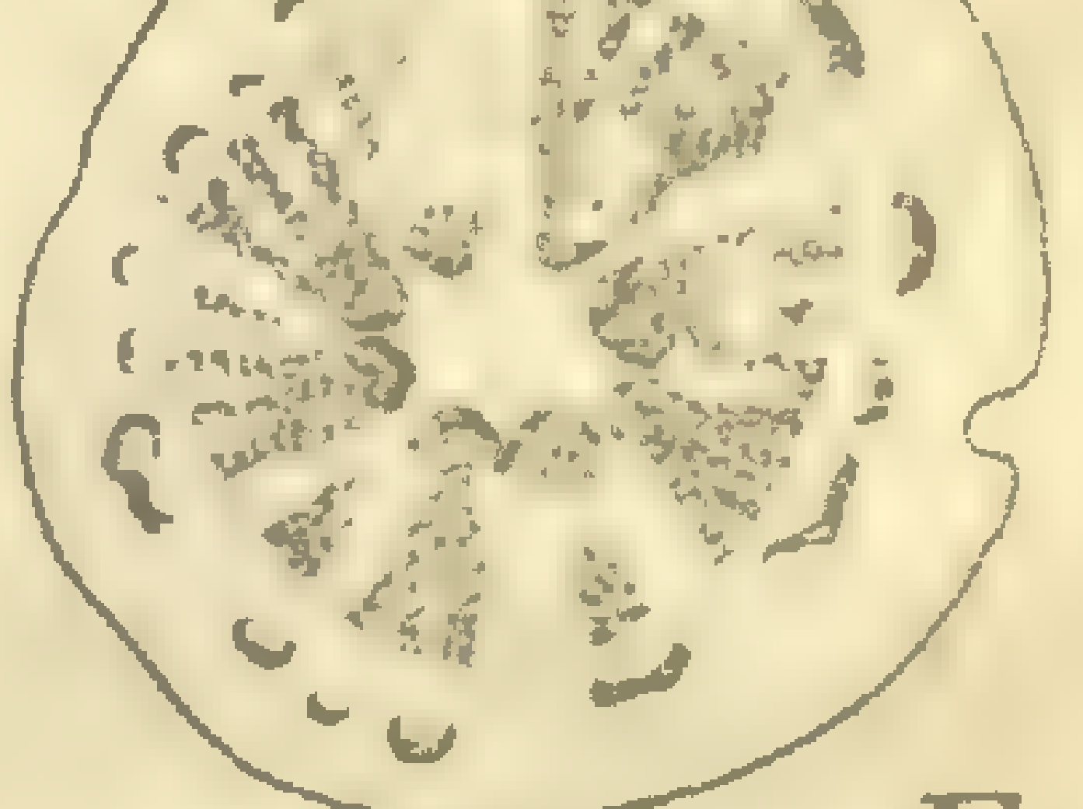


Fig. 30

Ed. de Janczewski del. **Imp. Le Bigot.** **J. Poinsot sc.**

Tiges des Anémones

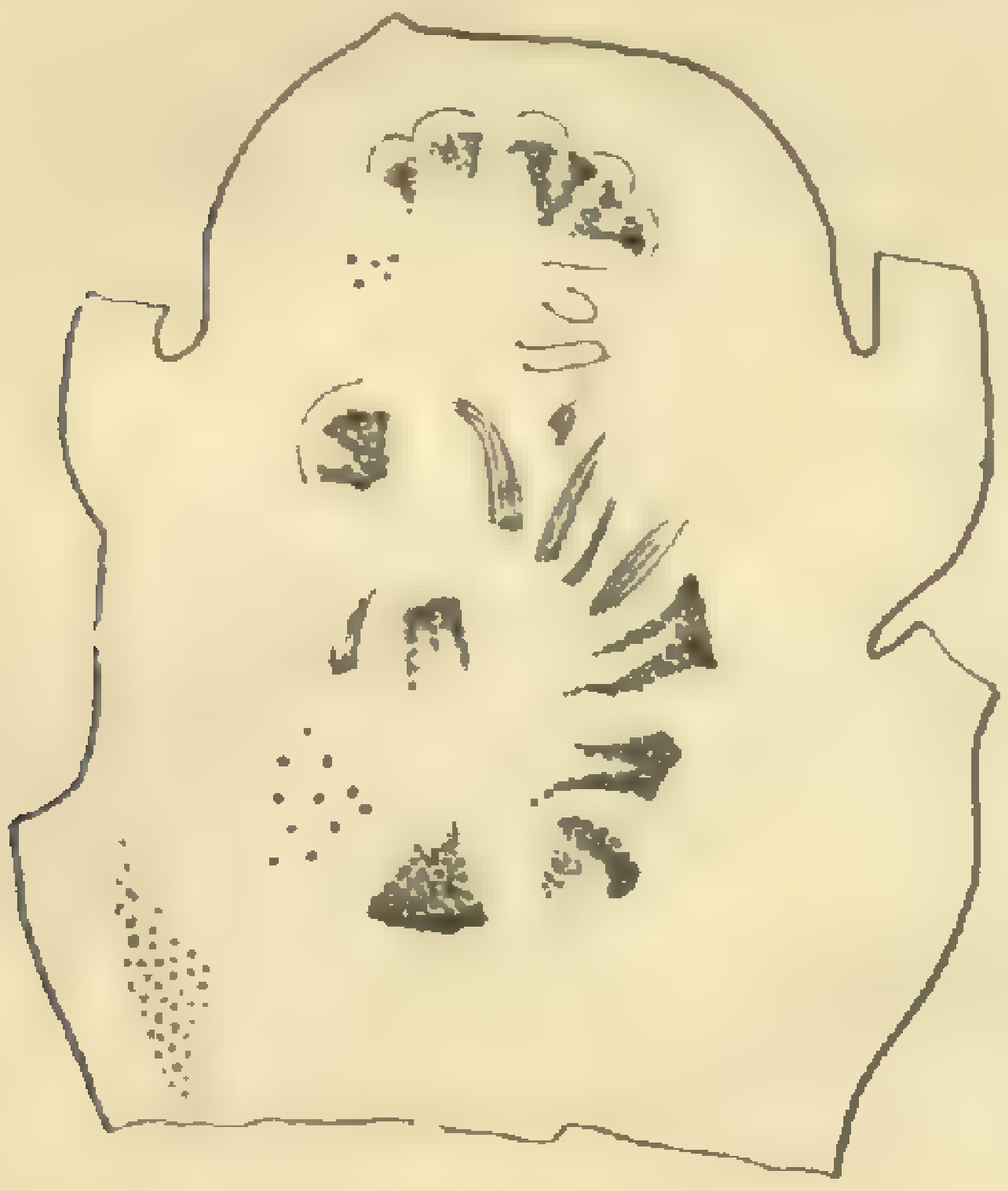


Fig. 31

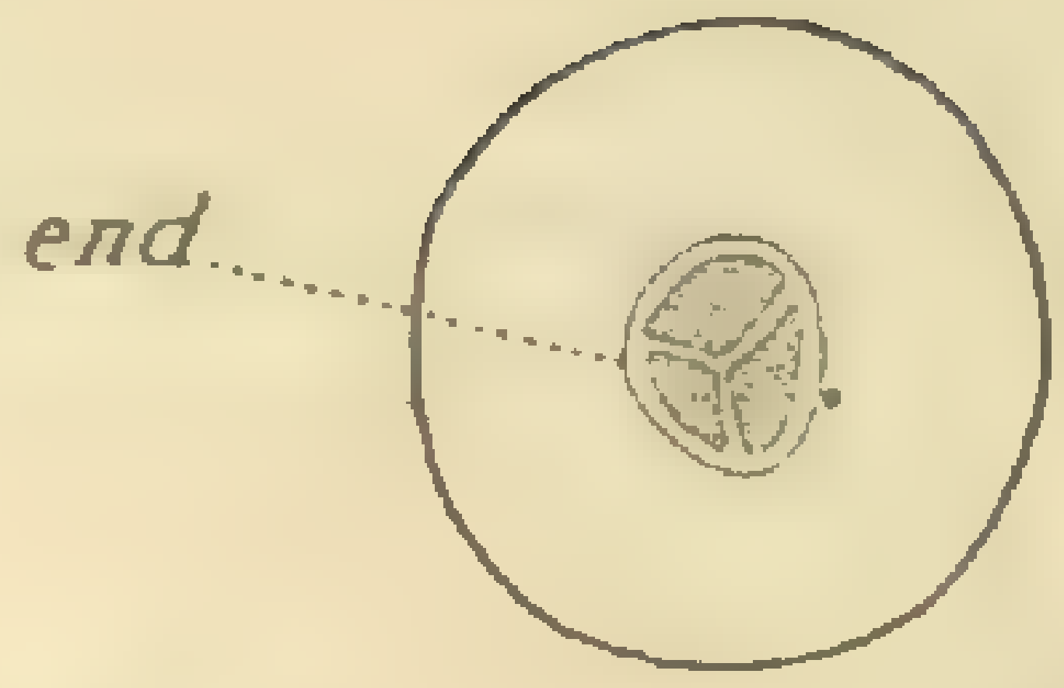


Fig. 37

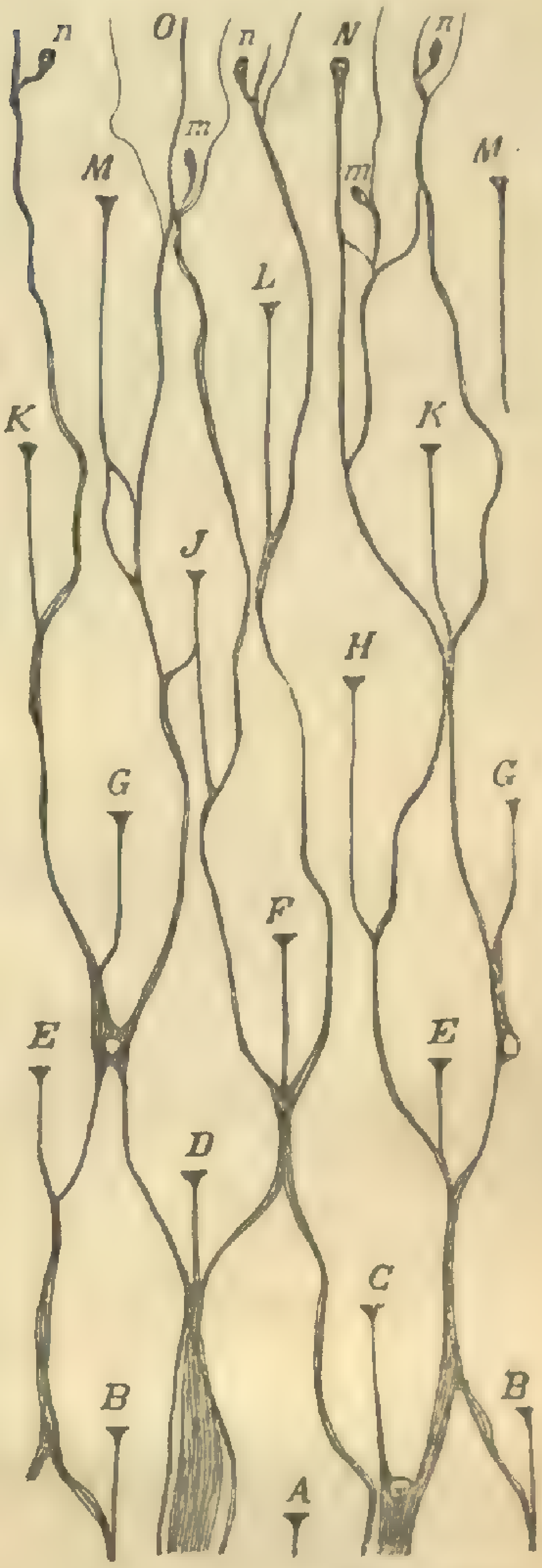

n
O
n
N
n
m
m
M
M
L
K
K
J
H
G
G
F
E
E
D
C
B
B
A

Fig. 32

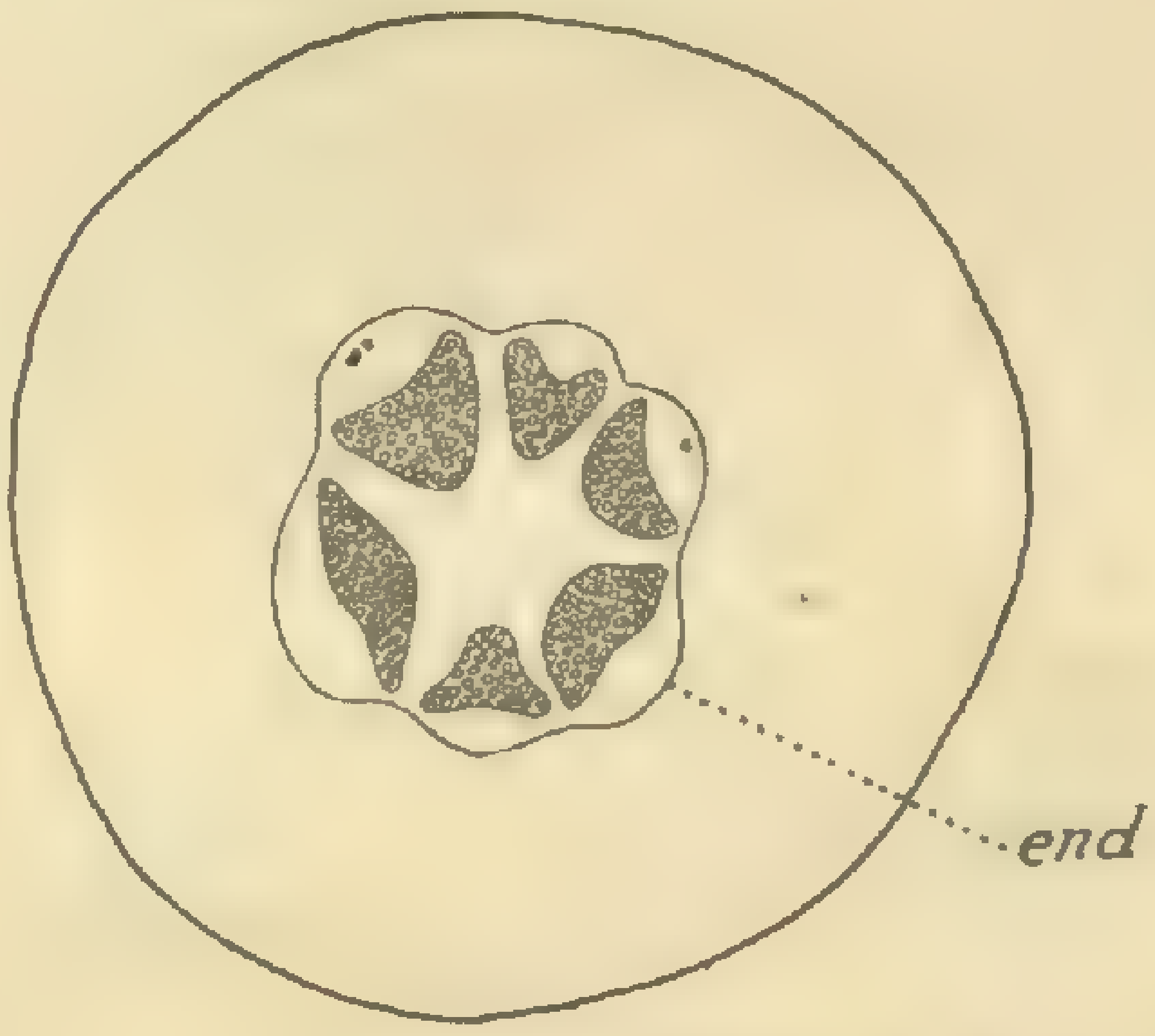


Fig. 34

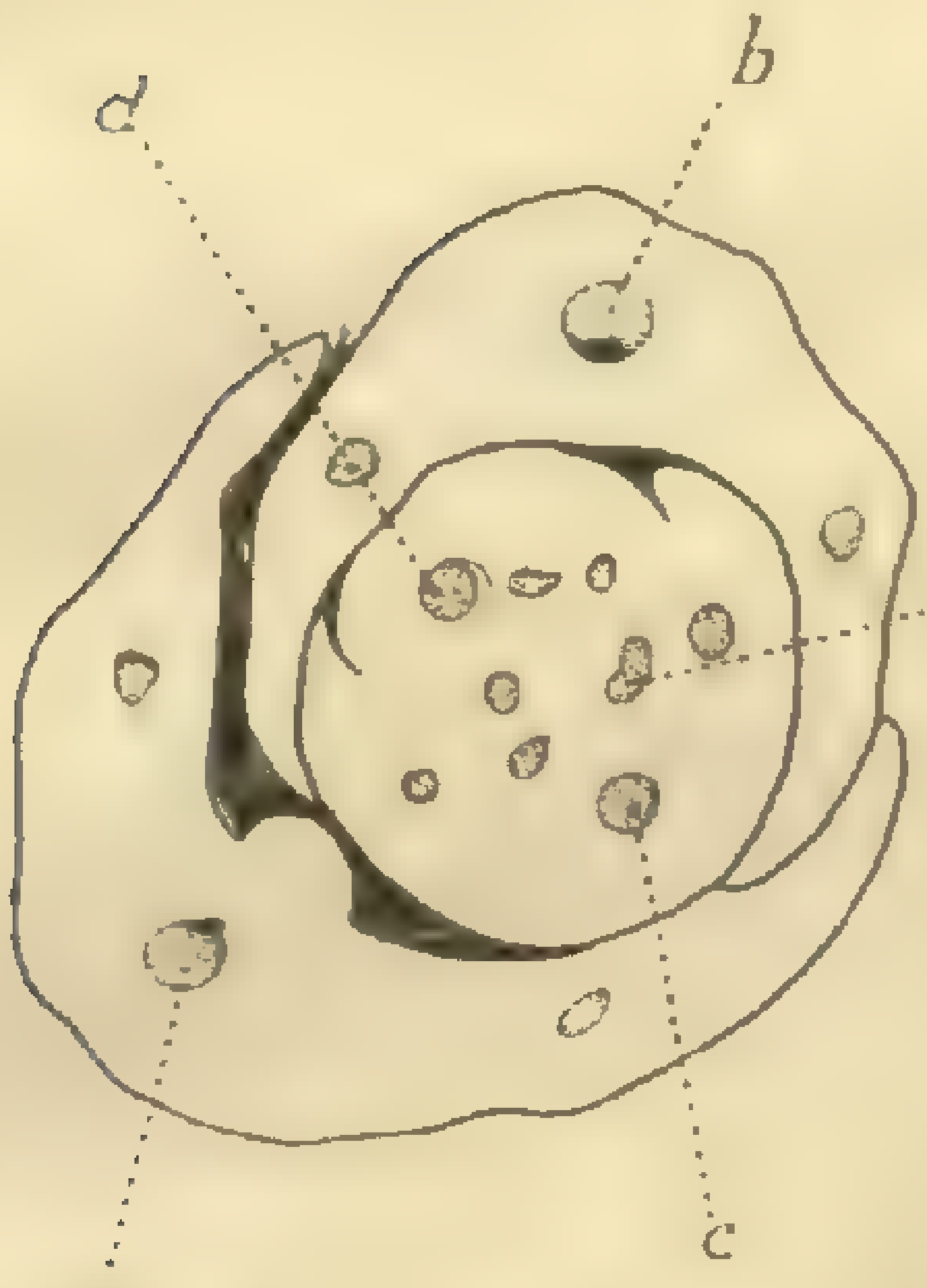


Fig. 38

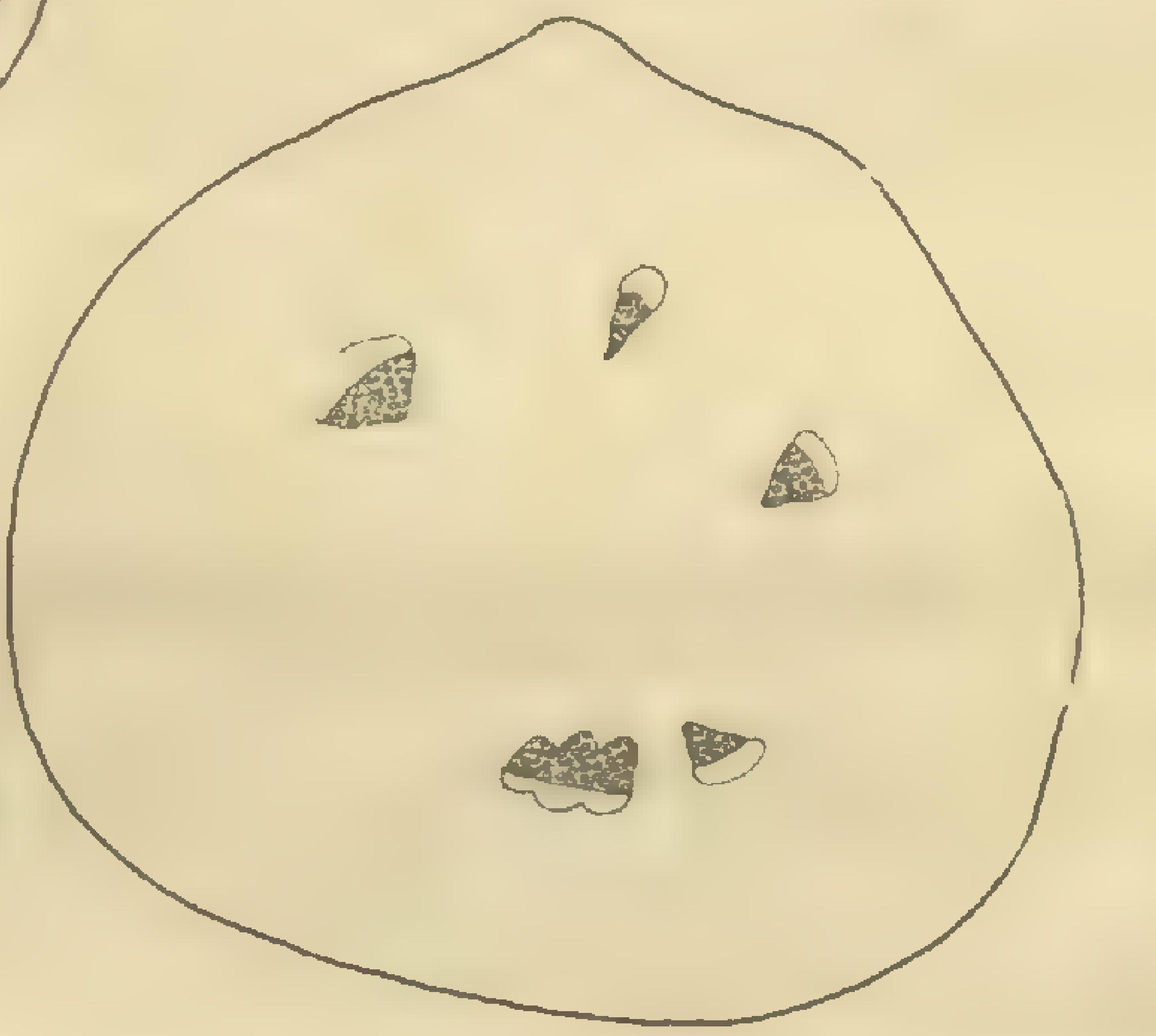


Fig. 33

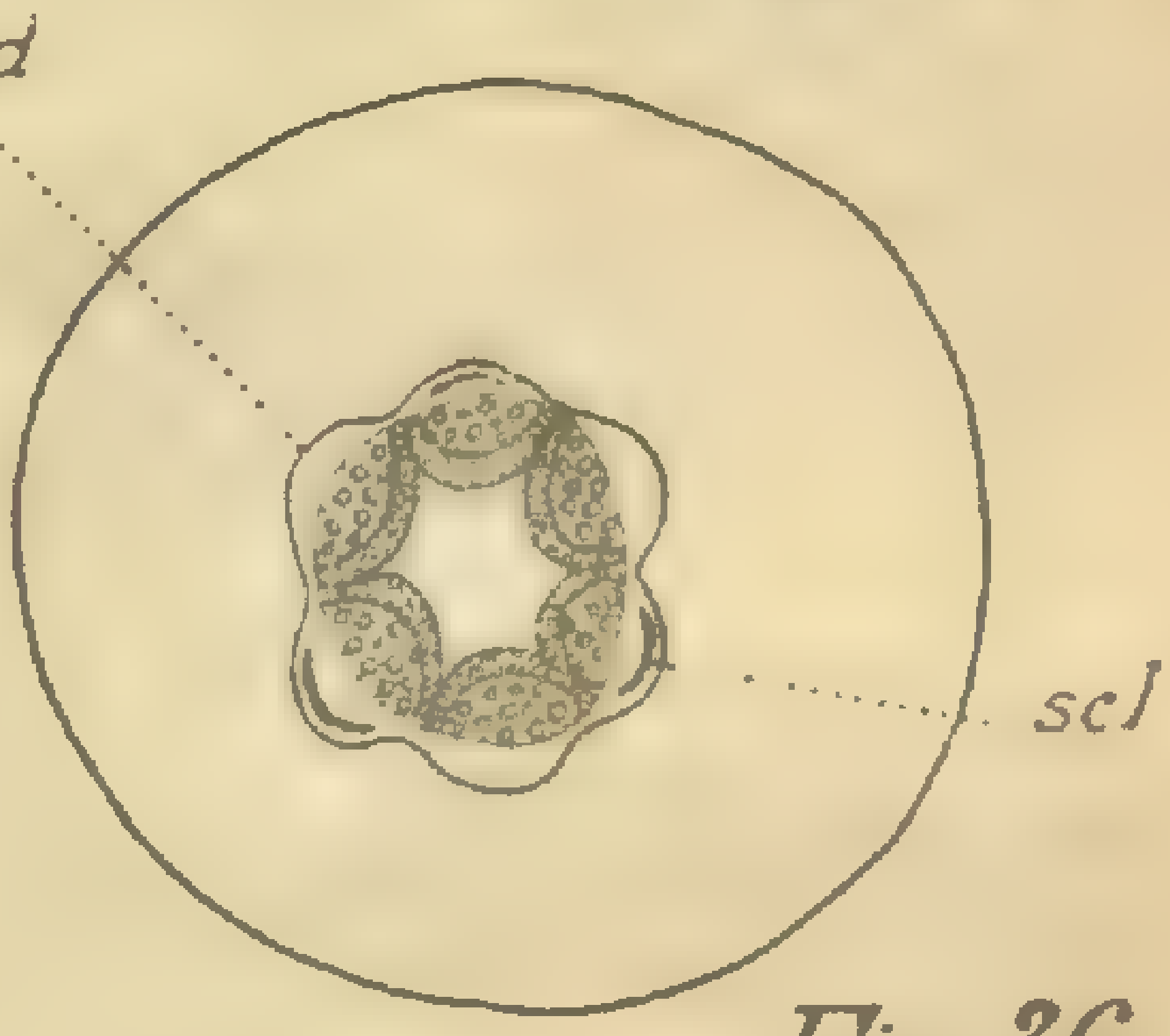


Fig. 36

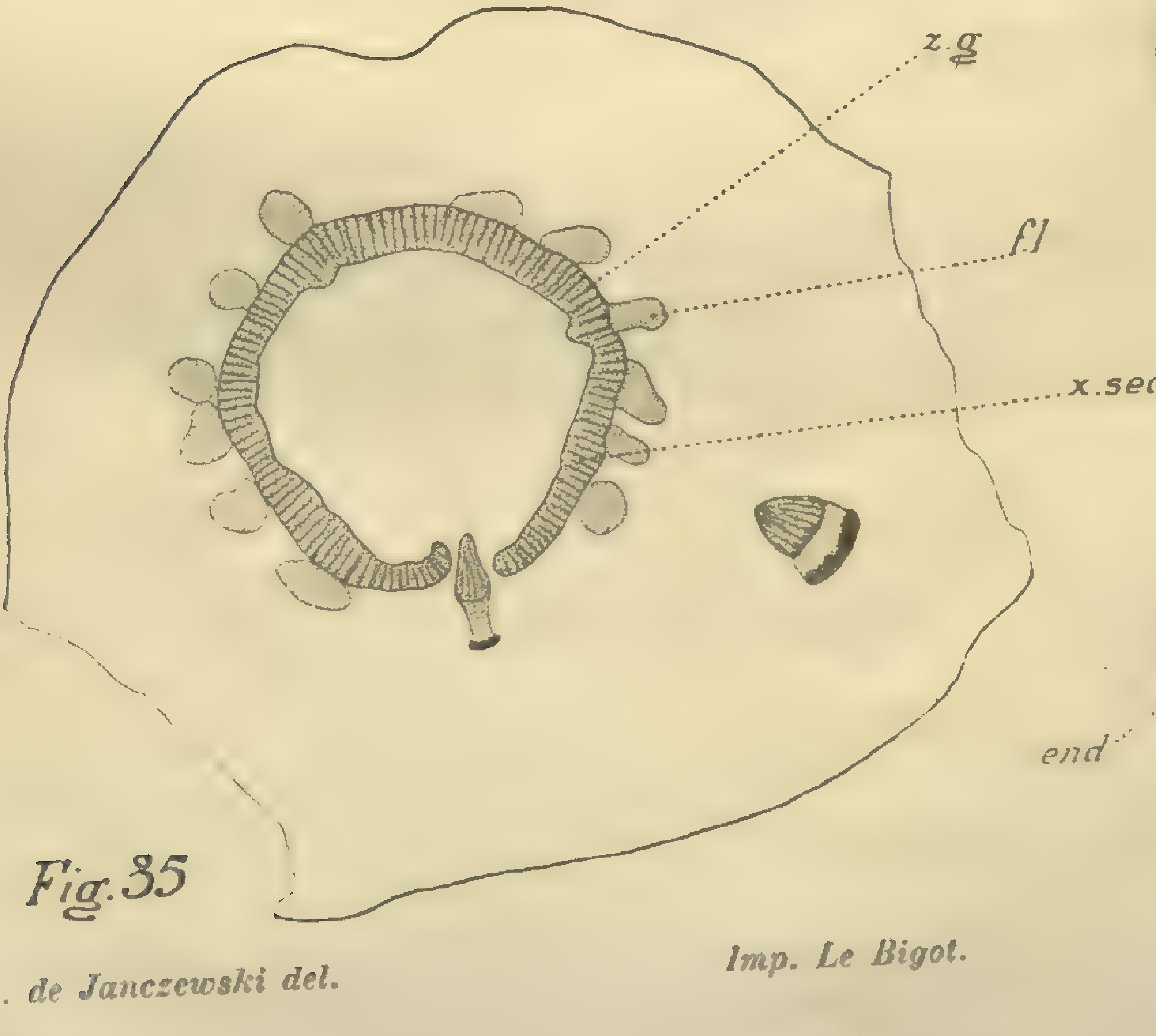


Fig. 35

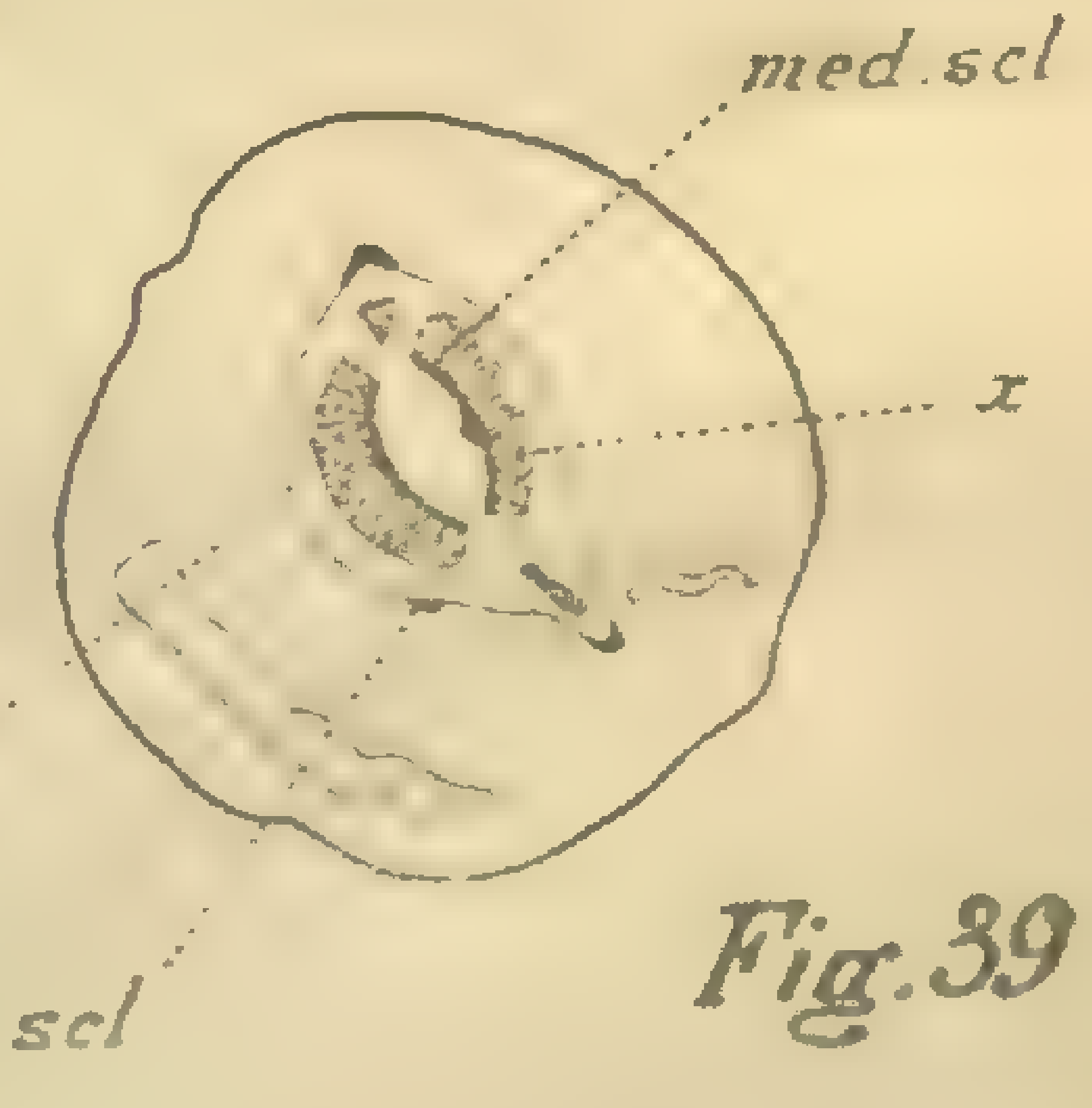

med.scl
x
end
scl

Fig. 39

Ed. de Janczewski del.

Imp. Le Bigot.

J. Poinsot sc.

Tiges des Anémones

H. Sjöberg et J. Eriksson ad nat. delin.
Gen. Stab. Lit. Anst., Stockholm

Puccinia Ribis DC. sur Ribes rubrum.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

10

TOME DIXIÈME

Livraison du 15 Janvier 1898

N° 109

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1898

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1898

I. — SUR UNE DIPTÉROCÉCIDIE FOLIAIRE D'*HYPERICUM PERFORATUM* (avec figures dans le texte), par **M. Aug. Daguillon** 5

II. — INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX (avec planches et figures dans le texte), par **M. Ch. Dassonville**. 15

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE, publiés dans le cours des années 1893-1896 (avec planches), par **M. R. Zeiller** *(suite)* . . . 26

Cette livraison renferme quatorze gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique. De plus l'ouvrage envoyé sera annoncé immédiatement sur la couverture.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES PUBLICATIONS BOTANIQUES

Dr A. F. W. SCHIMPER : *Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage*, mit 502 als Tafeln oder in den Text gedruckten abbildungen in Autotypie, 5 Tafeln in Lichtdruck und 4 geographischen Karten.

Erster Theil : *Die factoren.*
Zweiter Theil : *Formationen und Genossenschaften.*
Dritter Theil : *Zonen und Regionen.*
  Erster Abschnitt : *Die tropischen Zonen.*
  Zweiter Abschnitt : *Die temperirten Zonen.*
  Dritter Abschnitt : *Die arktische Zonen.*
  Vierter Abschnitt : *Die Hönen.*
  Fünfter Abschnitt : *Die Vegetation der Gewässer* (Iéna, Gustav Fischer, 1898).

IGNATIUS URBAN : *Symbolæ Antillanæ seu fondamenta Floræ Indiæ occidentalis.* Volumen I, Fasciculus I, continet : *Bibliographia Indiæ occidentalis botanica* (Berlin, Borntraeger, 1898).

Dr D. GRECESCU : *Conspectul Florei României. Plantele vasculare indigene si cele naturalizate ce se gâsesc pe teritoriul României, considerate subt punctul de vedere sistematic si geografic* (Bukarest, Tipografieia Dreptatea, 1898. — Berlin, Friedländer).

H. JUMELLE : *Les plantes à caoutchouc et à gutta dans les colonies françaises* (Paris, Challamel, 1898).

J. WIESNER : *Beiträge zur Kenntniss des photochemischen Klimas in arktischen Gebiete* (LXVII Bd. der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1898).

— *Ueber Heliotropismus, hervorgerufen durch diffuses Tageslicht* (Botanisch. Gesellschaft, 1898, Bd. XVI, Heft 7).

N. ZINGER : *Beiträge zur der weiblichen Blüthen und Inflorescenzen bei Cannabineen* (Flora 1898, Bd. 85, Heft 3).

HUGO DE VRIES : *Over het omkeeren van Halve Galton-curven* (avec un résumé en langue française : *Sur l'inversion des demi-courbes Galtoniennes*) (Botanisch Jaarboek, 1898, Gent).

R. PIROTTA e L. BUSCALIONI : *Sulla presenza di elementi vascolari multinucleati nelle Dioscoreacee* (Annuario del R. Instituto Botanico di Roma, vol. VII, 1898).

L. MONTEMARTINI : *Cloroficee di Valtellina. Secondo contributio alla ficologia insubrica* (Atti del R. Instituto Botanico dell' Universita di Pavia, vol. V, 1898).

B. LONGO : *Ancora su la pretesa " Cromatolisi " nei nuclei normali vegetali. Riposta al. prof. dott. F. Cavara* (Roma, 1898).

BOUDIER : *Sur les rapports qui existent entre l'évolution et les divers organes des Champignons et ceux des phanérogames* (Compte-rendu du Congrès des Sociétés savantes en 1898).

R. SCOTT and E. SARGANT : *On the Development of Arum maculatum from the Seed* (Annals of Botany, vol. XII, nº XLVII, 1898).

H. DIXON : *On the Effects of stimulative and anæsthetic Gases on Transpiration. Preliminary Note* (Notes from the Botanical School of Trinity College, Dublin, nº 3, 1898).

— *On Transpiration into a satured atmosphere* (Ibid.).

P. SYDOW : *Deutscher Botaniker-Kalender für 1899* (Berlin, Borntraeger).